

UNTERSUCHUNGEN ZUR BEURTEILUNG  
DER JUGENDENTWICKLUNG VON  
FICHTENPROVENIENZEN

Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
des Fachbereichs Forstwissenschaft  
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von  
Eberhard Gärtner

August 1975



**UNTERSUCHUNGEN ZUR BEURTEILUNG  
DER JUGENDENTWICKLUNG VON  
FICHTENPROVENIENZEN**

Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
des Fachbereichs Forstwissenschaft  
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München



vorgelegt von  
Eberhard Gärtner

August 1975



1. Berichterstatter: Professor Dr. H.J. Fröhlich
2. Berichterstatter: Professor Dr. F. Franz
3. Berichterstatter: Professor Dr. H. Schulz

Tag der mündlichen Prüfung: 11. Dezember 1975

## V o r w o r t

Herrn Landesforstmeister Professor Dr.H.J. F r ö h l i c h, Leiter der Hessischen Landesforstverwaltung, gilt mein Dank für die Überlassung des Themas. Das Untersuchungsmaterial wurde von Herrn Professor Dr. Fröhlich während seiner Tätigkeit als Leiter des Hessischen Institutes für Forstpflanzenzüchtung ausgewählt und auf den Versuchsorten angebaut, so daß er mich auch über Einzelheiten des Versuches unterrichten konnte. Seine Anregungen und sein Rat waren mir eine stetige und wertvolle Hilfe, für die ich ihm besonders dankbar bin.

Die umfangreichen holzanatomischen Untersuchungen, für die ich von Herrn Professor Dr.H. S c h u l z, Institut für Holzforschung und Holztechnik der Universität München, wertvolle Anregungen erhielt, habe ich nur durchführen können, da mir Herr Dr.H.J. A l t e m ü l l e r, Institut für Biochemie des Bodens der Forschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig-Völkenrode, die Benutzung eines Gerätes der automatischen quantitativen Bildanalyse ermöglichte. Ihm möchte ich für diese wesentliche Unterstützung herzlich danken.

Herrn Oberlandwirtschaftsrat Dr.H. B r ü n e, Hessische Landwirtschaftliche Versuchsanstalt - Landwirtschaftliches Untersuchungsamt - bin ich für die schnelle Durchführung der Bodenuntersuchungen zu Dank verpflichtet.

In statistischen Fragen hat mich Herr Landforstmeister Dr.J. K l e i n s c h m i t, Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt, Abt. C - Forstpflanzenzüchtung - hilfsbereit beraten, wofür ich ihm danke.

Meinen aufrichtigen Dank möchte ich gegenüber allen Mitarbeitern der Hessischen Forstlichen Versuchsanstalt zum Ausdruck bringen, die durch einsatzfreudige Hilfeleistungen bei Aufnahme und Auswertung des umfangreichen Versuchsmaterials zum Abschluß der Arbeit beigetragen haben. Danken darf ich Herrn Landforstmeister



Dr.H. W e i s g e r b e r für seine Bereitschaft, mich bei der Durchführung dieser Arbeit zu unterstützen. Ebenso danke ich Herrn Forstamtmann H.J. R a p p für die Programmierarbeiten, Herrn E. H e u b e c k für die Ausführung von Rechenarbeiten und Herrn H. H u s c h e n b e t h für die graphischen Darstellungen.

Für die langjährige Betreuung der Versuchsflächen durch die Beamten der beteiligten Forstämter und für die Bereitstellung der Rechenanlagen zur Durchführung der Auswertungen durch die Gesellschaft für wissenschaftliche Datenverarbeitung in Göttingen möchte ich meinen Dank aussprechen.

# I n h a l t

|     |                                                                   | Seite |
|-----|-------------------------------------------------------------------|-------|
| 1   | Ziel der Untersuchungen                                           | 1     |
| 11  | Rückblick auf wichtige Ergebnisse der Fichten-Provenienzforschung | 1     |
| 12  | Problemstellung                                                   | 4     |
| 2   | Versuchsmaterial                                                  | 5     |
| 21  | Hessischer Fichten-Provenienzversuch 1959                         | 5     |
| 211 | Pflanzenmaterial                                                  | 5     |
| 212 | Versuchsflächen                                                   | 8     |
| 213 | Versuchsanlage                                                    | 8     |
| 22  | Einzelstammabsaaten                                               | 11    |
| 23  | Probematerial für holzanatomische Untersuchungen                  | 13    |
| 3   | Untersuchungsmethoden                                             | 16    |
| 31  | Aufnahmeverfahren im Anzuchtstadium                               | 16    |
| 32  | Aufnahmeverfahren im Jungwuchsstadium                             | 17    |
| 321 | Höhe und Kronenbreite                                             | 17    |
| 322 | Schäden                                                           | 17    |
| 33  | Erfassung holzanatomischer Merkmale                               | 18    |
| 331 | Holzproben und Mikrotomschnitte                                   | 18    |
| 332 | Voruntersuchungen                                                 | 20    |
| 333 | CLASSIMAT-Messungen                                               | 22    |
| 34  | Auswertungsmethoden                                               | 27    |
| 4   | Versuchsergebnisse                                                | 28    |
| 41  | Hessischer Fichten-Provenienzversuch 1959                         | 28    |
| 411 | Saatgut                                                           | 28    |
| 412 | Pflanzenanzucht                                                   | 29    |

|        | Seite                                                               |
|--------|---------------------------------------------------------------------|
| 413    | Jungwuchsentwicklung 30                                             |
| 4131   | Höhenentwicklung 30                                                 |
| 4131.1 | Auswertungseinheiten 30                                             |
| 4131.2 | Provenienzunterschiede 34                                           |
| 4131.3 | Leistungsstabilität 49                                              |
| 4131.4 | Versuchsflächenunterschiede 57                                      |
| 4132   | Kronenbreite 61                                                     |
| 4133   | Phänologie 62                                                       |
| 4134   | Schäden 69                                                          |
| 42     | Einzelstammabsaaten 74                                              |
| 43     | Holzanatomische Merkmale 78                                         |
| 431    | Voruntersuchungen 78                                                |
| 432    | CLASSIMAT-Messungen 82                                              |
| 4321   | Fichten-Provenienzversuch 1959 82                                   |
| 4322   | Fichten-Provenienzversuch 1925 87                                   |
| 4323   | Fichtenbestand, FA Gahrenberg, Abt. 235 89                          |
| 5      | Diskussion 93                                                       |
| 51     | Beeinflussung des Jugendwachstums durch Erbanlagen<br>und Umwelt 93 |
| 52     | Frühtestmerkmale 102                                                |
| 53     | Empfehlungen für die Provenienzwahl 113                             |
| 54     | Weitere Züchtungsarbeiten bei Fichte 115                            |
| 6      | Zusammenfassung 124                                                 |
| 7      | Literaturverzeichnis 127                                            |

# 1 Ziel der Untersuchungen

## 11 Rückblick auf wichtige Ergebnisse der Fichten-Provenienzforschung

Die Baumart Fichte (*Picea abies* (L.) Karst.) wird heute großflächig außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes angebaut. Klimatische Anpassungsfähigkeit, begrenzter Nährstoffbedarf, verhältnismäßig einfache und kostengünstige Bestandesbegründung sowie hohe Massenleistung verbunden mit weitgehend gleichmäßigen und vielseitig nutzbaren Holzeigenschaften sind Grundlage für ihre wirtschaftliche Bedeutung. Im Staatswald des Landes Hessen entfielen im Zeitraum 1962 - 1973 jährlich durchschnittlich 45 % der Rohholzerlöse auf Fichte, die jedoch nur 30 % der Holzbodenfläche einnimmt (JAHRESBERICHT 1973).

Während der intensiven Aufforstungsperiode im 19. Jahrhundert blieb die Frage der Provenienz des verwendeten Saat- und Pflanzgutes bei allen Baumarten zunächst unbeachtet. Mit zunehmendem Alter traten in diesen Großaufforstungen, vor allem bei Kiefer, große Unterschiede in Kronenform, Schafthaltung und Resistenz gegen biotische und abiotische Schäden auf, die eine Klärung der Ursachen forderten. Bereits in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts wies VON WANGENHEIM auf die Bedeutung der Saatgutherkunft für den Anbauerfolg außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes einer Baumart hin, während DUHAMEL DU MONCEAU für die Erzeugung von Schiffsmasten Kiefernkulturen baltischer Herkunft anlegen ließ und DE VILMORIN Anfang des 19. Jahrhunderts die ersten systematischen Kiefern-Anbauversuche anlegte (zit.v. ROHMEDE und SCHÖNBACH 1959). KIENITZ (1879) führte vergleichende Keimversuche für sechs Waldbaumarten unter Berücksichtigung von Herkunftsgebiet und Exposition durch. In den folgenden Jahrzehnten wurden größere Fichten-Provenienzversuche in Österreich (1896), der Schweiz (1899, 1906, 1907, 1908), Schweden (1905, 1919), Dänemark (1914) und Finnland (1926) angelegt, über die KALELA (1937) zusammenfassend berichtete. Später folgten Versuche, 1937 in Deutschland sowie im internationalen Rahmen der IUFRO 1938 und 1964/68 in Europa und Nordamerika.

Übereinstimmend haben die bisherigen Untersuchungen gezeigt, daß Provenienzen aus dem nordischen Teil des natürlichen Verbreitungsgebietes der Fichte sowie den Hochlagen der Alpen und der herzynischen Mittelgebirge (Hochlagenprovenienzen) bei einem Vergleichsanbau in tieferen Lagen langsamwüchsiger sind als solche der unteren Gebirgslagen sowie der Hügellandschaften des mitteleuropäischen Raumes und Baltischen Landrückens (Tieflagenherkünfte) (CIESLAR 1895, 1907; ENGLER 1905, 1913; NÄGELI 1931; RUBNER 1941, 1957; MÜNCH 1949; SCHÖNBACH 1950; TROEGER 1958; VINCENT und VINCENT 1964; KIELLANDER 1970; ROHMEDEK und BEUSCHEL 1970; u.a.). Weitgehende Übereinstimmung in Wuchsverhalten und Wuchsleistung ermöglicht die Ausscheidung von Höhengürteln für die mittel- und süddeutschen Waldgebiete (RUBNER 1949; SCHMIDT-VOGT 1972 a). Die Rangfolge der Provenienzen in der Höhenwuchsleistung bleibt je Versuchsfläche ab Alter 10, häufig bereits ab Alter 4, erhalten (MELZER 1937; GØHRN 1966; GÜNZL 1969; WEISS und HOFFMANN 1969).

Nach den grundlegenden Untersuchungen von SYLVÉN (1909) über Verzweigungstypen wurden Arbeiten über morphologische Unterscheidungs-möglichkeiten von Populationen und Einzelbäumen besonders von PRIEHÄUSSER (1958); HOLZER (1966); SCHMIDT-VOGT (1972 b); u.a. durchgeführt. Morphologische Merkmale und physiologische Eigenschaften sind in geschlossenen Verbreitungsgebieten, besonders im nordischen Teil des nordosteuropäischen Fichtengebietes, einer klinalen Veränderung unterworfen (KALELA 1937; LANGLET 1938) und kennzeichnen die Struktur einer Population, wenn sie als Stichprobe von Einzelbäumen hergeleitet werden. Ergebnisse über die Identifikation mit Hilfe biochemischer und physiologischer Kenngrößen wurden von HOLZER (1966); BARTELS (1964) und BERGMANN (1971) sowie durch kombinierte Methoden von SAUER, KLEINSCHMIT und LUNDERSTÄDT (1973) veröffentlicht.

Unterschiede im Austriebsverhalten sind erblich bedingt und führen dazu, daß frühtreibende Provenienzen unter entsprechenden Umweltbedingungen (Spätfrostlagen) häufig und unter Umständen langfristig geschädigt werden (ENGLER 1913; BURGER 1926; NÄGELI 1931; MÜNCH 1949; u.a.).

Die Wuchsüberlegenheit spättreibender Fichten des gleichen Höhen-gürtels ist nicht bewiesen, deutet sich aber in Versuchsergebnissen an (WEISS und HOFFMANN 1969; SCHMIDT-VOGT 1972 c), ebenso wie die Verzögerung des Austreibens mit zunehmendem Alter bis zu einer gewissen Altersgrenze (WEISSWANGE und GÄRTNER 1928). Neben den Unterschieden zwischen Provenienzen ist auch innerhalb der gleichen Provenienz eine Variabilität der Einzelbäume im Austriebsverhalten festzustellen (KIELLANDER 1956). Hochlagenprovenienzen treiben bei Anbau in tieferen Lagen beziehungsweise unter vergleichbaren Umweltverhältnissen weitgehend früher aus und schließen die Wachstumsperiode eher ab als Tieflagenfichten, die in Skandinavien und den oberen Gebirgslagen durch Herbst- und Winterfrost nachhaltig geschädigt werden (ENGLER 1913; LANGLET 1938; DIETRICHSON 1968, 1969).

Die Variabilität innerhalb eines Herkunftsgebietes sowie zwischen den Einzelbäumen eines Bestandes ist groß und kann häufig die zwischen Herkunftsgebieten übersteigen (SCHÖNBACH 1957; SCHMIDT-VOGT 1972 c). Die Ergebnisse der Nachkommenschaftsprüfung einzelner Bäume sind daher für Provenienzen nicht kennzeichnend. Andererseits erlaubt diese hohe Variabilität der Fichte wahrscheinlich eine gute ökologische Anpassungsfähigkeit (KALELA 1937).

Für die frühzeitige Bestimmung des Wuchsverhaltens von Waldbäumen durch direkt erfaßbare oder mit der Wuchsleistung korrelierte Eigenschaften gab SCHMIDT (1957) eine zusammenfassende Darstellung, während die Aussagefähigkeit von Frühtestmerkmalen bei Provenienzversuchen von NANSON (1968) eingehend untersucht wurde. LARSON (1969) zeigte, wie Änderungen von Photoperiode, Wasserversorgung oder Temperatur die Zellstruktur während der Jahrringbildung beeinflussen und damit der Baumquerschnitt zu einem langfristigen Informationsspeicher wird. Zugleich werden Jahrringaufbau und Holzeigenschaften auch genetisch gesteuert (SMITH 1967), und sind daher wichtige Merkmale für die Provenienzforschung. Besondere Bedeutung kommt den Holzmerkmalen zu, die bereits in der Jugendphase ermittelt werden können und ihre Differenzierung nach Provenienzen beibehalten.

12 Problemstellung

Züchtungsarbeiten bei der Fichte als Hauptbaumart und Rohstoffquelle für Gebrauchsholz sind vorrangig auf Massenleistung und Resistenz gegenüber biotischen und abiotischen Schäden auszurichten. Da die Fichte erst spät in das blühfähige Alter eintritt, werden Kreuzungs- und Mutationszüchtung sehr erschwert und können zu keinen kurzfristigen Ergebnissen führen. Der Auslesezüchtung kommt deshalb besondere Bedeutung zu. Diese hat als ersten Schritt die Auswahl von Teilpopulationen zum Ziele, die für das vorgesehene Anbauggebiet geeignet sind. Für Einzelbäume, die dem gesetzten Zuchtziel besonders gut zu entsprechen scheinen, ist durch Nachkommenchaftsprüfungen (Einzelstammabsaaten) der genetisch bedingte Anteil ihrer Leistungsfähigkeit zu ermitteln.

Unter Ausnutzung des hervorragenden Fichtensamenjahres 1958 wurde vom Hessischen Institut für Forstpflanzenzüchtung 1959 der Hessische Fichten-Provenienzversuch angelegt, der die Grundlage der vorliegenden Arbeit bildet. Die vom gleichen Institut 1955 und 1959 ausgesäten Einzelstammabsaaten von je einer Provenienz des Harzes und des Harzvorlandes werden ebenfalls ausgewertet. Es soll hiermit zur Klärung folgender Fragen beigetragen werden:

1. In welchem Umfange sind Wuchsunterschiede im Jugendstadium beim vergleichsfähigen Anbau von Provenienzen durch genetische Veranlagung oder Umwelteinflüsse bedingt?
2. Welche im Jugendstadium einfach erfaßbaren Merkmale ermöglichen eine Aussage über die Gesamtwuchsleistung?
3. Welche Herkunftsempfehlungen ergeben sich aufgrund einer möglichen Frühbeurteilung für den Fichtenanbau?
4. Welche Folgerungen sind für die weitere Züchtungsarbeit bei der Baumart Fichte zu ziehen?

2      V e r s u c h s m a t e r i a l

21      Hessischer Fichten-Provenienzversuch 1959

211     Pflanzenmaterial

Für den Hessischen Fichten-Provenienzversuch (Provenienzversuch 1959) wurden im mitteleuropäischen Teil des zentraleuropäischen Fichtengebietes (SCHMIDT-VOGT 1974) 15 als autochthon angesehene Bestände so ausgewählt, daß mit Ausnahme der Sudeten die wichtigsten Teilgebiete dieses Raumes repräsentiert sind. Aus dem nord-osteuropäischen Fichtengebiet war es möglich, drei Provenienzen des baltischen Landrückens und zwei des nordischen Raumes einzubeziehen. Das Versuchsmaterial umfaßt daher in einer ausgewogenen Verteilung in nord- südlicher Richtung Provenienzen des Raumes zwischen Südschweden und Dolomiten und in ost- westlicher Richtung zwischen Baltischem Landrücken und Schwarzwald. Wesentlich ist, daß auch 7 für die Saatgutgewinnung als "Sonderherkünfte" kontrollierte, jedoch nicht-autochthone Bestände des Herkunftsgebietes "Westdeutsches Bergland" in den Versuch aufgenommen wurden, um eine Aussage über den Wert der phänotypischen Auswahl von Saatgutbeständen zu ermöglichen (Abb. 1 und Übers. 1). Das Saatgut wurde stets bestandesweise geernetet, nur die Provenienz Zwiesel V,1 ist ein Gemisch von etwa 200 ausgewählten Einzelbäumen des Plattenfichtentypes.

Mit wenigen Ausnahmen (Gröttval, Goldap, Borki (Borken), Górowo Ilawiecki (Landsberg), Partenkirchen) **entstammt** das Saatgut dem Samenjahr 1958/59 und wurde 1959 im **Großkamp** des Hessischen Forstamtes Wolfgang ausgesät. Die außerordentlich trockene Witterung des Sommers 1959 verursachte Ausfälle, die 1960 eine Nachsaat für mehrere Provenienzen erforderte. Diese wurde in Nadelstreubeeten des Institutes in Hann.Münden durchgeführt. Durch die schnellere Pflanzenentwicklung in Nadelstreubeeten sollte ein Wuchsunterschied zwischen den Aussaaten ausgeglichen werden. Die **Verschulung** erfolgte 1961 in Hann.Münden.



Abb. 1 Herkunftsorte der Provenienzen des Provenienzversuches 1959

- Verbreitungsgebiete nach SCHMIDT-VOGT (1974)  
 ||||| zentraleuropäisches Verbreitungsgebiet  
 \\\ diagonal lines // nordosteuropäisches Verbreitungsgebiet  
 ( ) Prüfungsnummer

## HESSISCHER FICHTEN-PROVENIENZVERSUCH 1959

Allgemeine Angaben der Herkunftsorte

| Prüf-<br>glied<br>Nr.                                      | Ab-<br>kür-<br>zung | Ort                          | Geographische |        | Seehöhe<br>in m<br>über NN | Temperatur |          | Niederschläge |          |
|------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------|---------------|--------|----------------------------|------------|----------|---------------|----------|
|                                                            |                     |                              | Breite        | Länge  |                            | Jahr       | VZ       | Jahr          | VZ       |
|                                                            |                     |                              |               |        |                            | in °C      |          | in mm         |          |
| SCHWEDEN                                                   |                     |                              |               |        |                            |            |          |               |          |
| 1                                                          | a                   | Brea Breanas                 | 56°27'        | 14°20' | 100                        | 7,5        | 13,9     | 690           | 400      |
| 2                                                          | b                   | Gröt Gröttval                | 59°57'        | 12°40' | 200                        | 5,8        | 12,4     | 570           | 300      |
| BALT. LANDRÜCKEN                                           |                     |                              |               |        |                            |            |          |               |          |
| 3                                                          | b                   | Goł Goldap                   | 54°20'        | 22°30' | 200                        | 5,6        | 14,0     | 684           | 390      |
| 4                                                          | b                   | Bor Borki                    | 54°06'        | 22°03' | 135                        | 5,9        | 14,7     | 658           | 369      |
| 5                                                          | b                   | Gor Górcwo Ilawiecki         | 54°15'        | 20°30' | 130                        | 6,2        | 15,2     | 660           | 352      |
| NIEDERLAUSITZ                                              |                     |                              |               |        |                            |            |          |               |          |
| 6                                                          | Cott                | Cottbus                      | 51°53'        | 14°19' | 60                         | 8,5        | 15,9     | 552           | 297      |
| THÜRINGER WALD                                             |                     |                              |               |        |                            |            |          |               |          |
| 7                                                          | a                   | Rk Rothenkirchen             | 50°15'        | 11°25' | 450                        | 6,3        | 14,9     | 747           | 358      |
| 26                                                         |                     | Bor Oberhof                  | 50°42'        | 10°44' | 840                        | 5,0        | 12,3     | 1212          | 534      |
| BAYERISCHER WALD                                           |                     |                              |               |        |                            |            |          |               |          |
| 9                                                          | a                   | Zw I Zwiesel-Ost I,5         | 49°00'        | 13°20' | 1000                       | 5,0        | 12,0     | über 2000     | ca. 1000 |
| 27                                                         |                     | Zw V Zwiesel-Ost V,1         |               |        | 1250                       |            |          |               |          |
| 10                                                         |                     | (Plattenfichten-<br>gemisch) |               |        |                            |            |          |               |          |
| HARZ                                                       |                     |                              |               |        |                            |            |          |               |          |
| 11                                                         | a                   | Wh 51 Westerhof 51 b         | 51°45'        | 10°15' | 200                        | 8,8        | 14,5     | 900           | 420      |
| 12                                                         |                     | Wh 78 Westerhof 78 a         |               |        |                            |            |          |               |          |
| 13                                                         |                     | Wh 53 Westerhof 53 a         |               |        |                            |            |          |               |          |
| 14                                                         | a                   | Od Oderhaus 99               | 51°45'        | 10°35' | 700                        | 5,8        | 12,2     | 1500          | 480      |
| 28                                                         |                     |                              |               |        |                            |            |          |               |          |
| SCHWARZWALD                                                |                     |                              |               |        |                            |            |          |               |          |
| 15                                                         | Lk                  | Lenzkirch                    | 47°50'        | 8°15'  | 800                        | 5,7        | 11,8     | 2000          | ca. 1000 |
| 16                                                         | a                   | Ss Schluchsee                | 47°45'        | 8°15'  | 1050                       | 5,5        | 11,7     | 1500          | 550      |
| 29                                                         |                     |                              |               |        |                            |            |          |               |          |
| ALFEN                                                      |                     |                              |               |        |                            |            |          |               |          |
| 17                                                         | a                   | Rw Reit im Winkl             | 47°40'        | 12°30' | 950                        | 5,0        | 11,4     | ca. 2000      | ca. 890  |
| 30                                                         |                     |                              |               |        |                            |            |          |               |          |
| 18                                                         | a                   | Pa Partenkirchen             | 47°30'        | 11°10' | 1650                       | 2-3        | ca. 10,0 | 2000          | 1000     |
| 31                                                         |                     |                              |               |        |                            |            |          |               |          |
| 19                                                         | a                   | VFlie Valle di Fiemme        | 46°15'        | 11°30' | 1800                       | ca. 4,6    | ca. 11,5 | ca. 1200      | ca. 500  |
| 37                                                         |                     |                              |               |        |                            |            |          |               |          |
| 20                                                         |                     | VVis Val Visdende            | 46°35'        | 12°45' | 1500                       | 4,0        | 11,0     | ca. 1200      | ca. 700  |
| nicht autochthone Herkünfte des "Westdeutschen Berglandes" |                     |                              |               |        |                            |            |          |               |          |
| 21                                                         | a                   | Ch Chausseehaus              | 50°00'        | 8°10'  | 550                        | 6,8        | 14,5     | 758           | 343      |
| 38                                                         |                     |                              |               |        |                            |            |          |               |          |
| 22                                                         | a                   | Laut Lautertach              | 50°30'        | 9°25'  | 650                        | 5,6        | 11,9     | 1320          | 530      |
| 32                                                         |                     |                              |               |        |                            |            |          |               |          |
| 23                                                         | a                   | Sy Stryck                    | 51°30'        | 8°40'  | 700                        | 4-5        | 13,0     | 1000          | 417      |
| 33                                                         |                     |                              |               |        |                            |            |          |               |          |
| 24                                                         | a                   | Kast Kastellaun              | 50°00'        | 7°30'  | 450                        | 7,1        | 14,2     |               |          |
| 34                                                         |                     |                              |               |        |                            |            |          |               |          |
| 25                                                         | a                   | Röt Rötger.                  | 50°40'        | 6°20'  | 450                        |            | 13,5     | 985           | 430      |
| 34                                                         |                     |                              |               |        |                            |            |          |               |          |
| 35                                                         | a                   | Die Dieburg                  | 49°50'        | 8°45'  | 140                        | 8,5        | 15,1     | 630           | 260      |
| 36                                                         |                     | Bj Burgjoß                   |               |        |                            |            |          |               |          |

a: Aussaat 1960

b: Aussaat 1961

212 Versuchsflächen

Für die Erfassung der Standortmerkmale der Versuchsflächen (Übers. 2) einschließlich der Charakterisierung des Geländewasserhaushaltes (Anl. 1) wurde der LEITFADEN ZUR STANDORTERKUNDUNG IM HESSISCHEN STAATSWALD (LS 63) der Hessischen Forsteinrichtungs- und Versuchsanstalt Gießen - (1963) (unveröffentlicht) verwendet. Für die Bodenbeschreibung war die KARTIERANLEITUNG der Arbeitsgemeinschaft Bodenkunde (1971) maßgebend. Je Versuchsfläche wurde mindestens ein Profil aufgenommen, dessen Aussagefähigkeit für die vorherrschenden Bodenverhältnisse auch hinsichtlich der Pflanzennährstoffe durch systematisch verteilte Bohrstockproben überprüft wurde. Die Versuchsflächen können bodenkundlich weitgehend als einheitlich angesehen werden (Anl. 2), nur in Reinhardsnagen, Chausseehaus und Nentershausen II ist für je eine Teilfläche (Wiederholung) der Geländewasserhaushalt unterschiedlich anzusprechen. Die chemischen Bodenanalysen für Mischproben und Profile stimmen sehr gut überein, so daß auch die Nährstoffverhältnisse auf den Versuchsflächen keine sehr starken Abweichungen aufweisen.

Da das Schwergewicht des Fichtenanbaues in Hessen auch zukünftig auf frischen bis feuchten und wechselfeuchten Standorten in den Buchen-Mischwald-Zonen sowie den Buchen-Zonen (nach KNAPP 1954) liegen soll, sind die 15 Anbauflächen dieses Versuches überwiegend in den beiden genannten Wuchszonen auf frischen bis wechselfeuchten Standorten angelegt worden. Mit je einer Versuchsfläche in der Hoch-Rhön unter extremen Klimabedingungen (Hofbieber), in der randlichen Eichen-Mischwald-Zone (Dieburg) und in der Norddeutschen Tiefebene (Harsefeld) wurden auch Standorte mit ungünstigen Wuchsbedingungen für die Fichte als Abgrenzungstest einbezogen (Abb. 2).

213 Versuchsanlage

Die Auspflanzung des Versuches erfolgte im Frühjahr 1964 mit überwiegend 2/3jährigen oder 1/3jährigen Pflanzen im 1,5 x 1,5 m-Verband ohne Pflanzlochdüngung. Die Provenienzen wurden in Parzellen von je

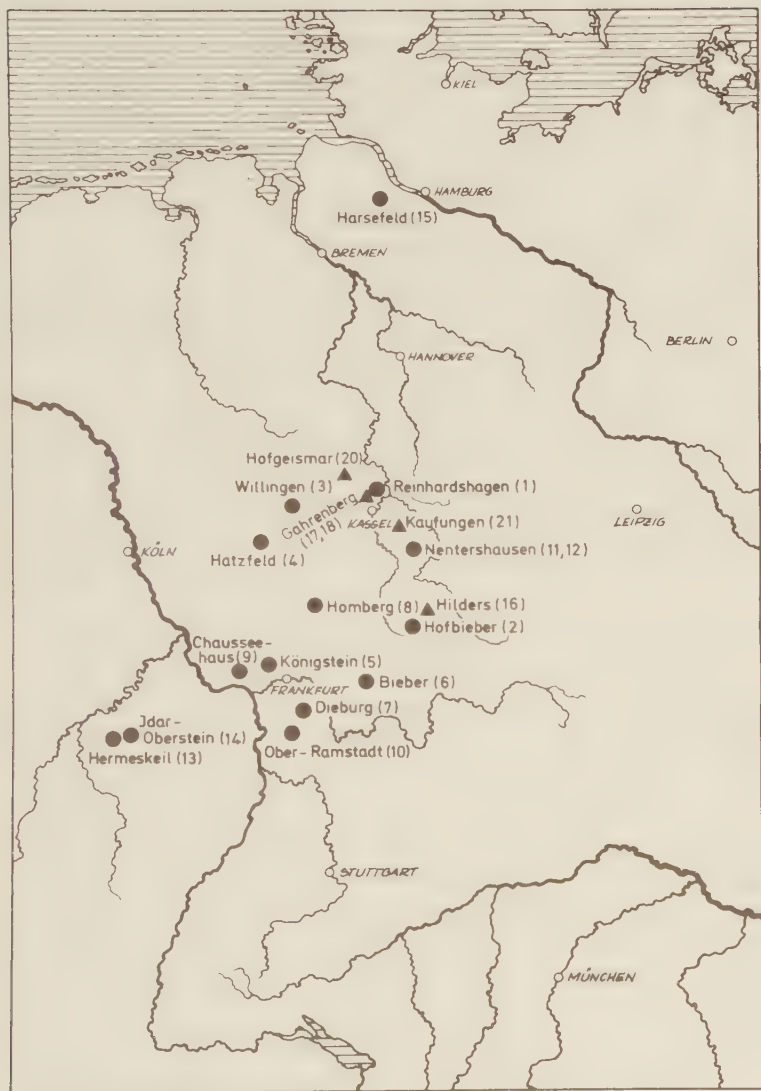


Abb. 2

Versuchsorte

● Provenienzversuch 1959

▲ Einzelstammabsaaten

Alle meine Angeln

[illegible]

(3) Wuchszonen nach KNAPP (1954), Mischb.-Mischwald-Zone  
(4) SFM: Solifunktionsmaterial; ( ) bedeutet Umlagerung  
(5) Erläuterung Abb. 1

$$(2) \quad \frac{1}{\tau} = \frac{v_0 \cdot v_1}{v_0 C + 10}$$

100 Pflanzen auf jeder Versuchsfläche nach einem 5 x 5- oder 4 x 4-Dreisatzgitter dreifach wiederholt. Insgesamt umfaßt der Versuch damit annähernd 102 000 Einzelpflanzen.

22

### Einzelstammabsaaten

Im Fichten-Samenjahr 1958/59 wurden im Harz Plusbäume einzeltstammweise beerntet. Die Nachkommenschaften von insgesamt 26 Plusbäumen sind vergleichsfähig auf Versuchsflächen angebaut. Hiervon gehören 17 Plusbäume zum Herkunftsgebiet Westerhof, von denen 6 bereits im Jahre 1955 beerntet worden waren, so daß ein Vergleich der freien Abblüte der gleichen Bäume aus verschiedenen Jahren möglich ist. 8 Plusbäume der Provenienz "Oderhaus" des Provenienzversuches 1959 sowie 1 Plusbaum des Forstamtes Braunlage, Forstort "Dicke Tannen", sind ebenfalls in dem Nachkommenschaftsvergleich enthalten. Alle Plusbäume werden zu den Resten autochthoner Bestockungen des Harzes und Harzvorlandes gezählt (BORCHERS 1967).

Auswahlmerkmale für die Plusbäume waren Bodenständigkeit, Gesundheit auch in hohem Alter, Wuchsleistung, Kronenform, Stammform und geringe Astigkeit oder Feinastigkeit (Übers. 3). Die Aussaat erfolgte 1955 oder 1959 und die Auspflanzung jeweils 4 Jahre später.

Die Standorts- und Bodenbeschreibungen der Versuchsflächen sind in Übersicht 2 und Anlage 2 enthalten. Da die Versuchsflächen der Einzelstammabsaaten weitgehend im standörtlichen Rahmen der Flächen des Provenienzversuches 1959 liegen, wurden keine chemischen Bodenanalysen vorgenommen.

Die Anlage der Versuchsflächen der Einzelstammabsaaten des Jahres 1960 (Aussaat 1955) im Forstamt Gahrenberg erfolgte in Abt. 59 mit 169 Pflanzen je Parzelle im 3 x 3 Dreisatzgitter und als Parallelversuch auf besserem Standort in Abt. 70 mit 100 Pflanzen je Parzelle im Blockversuch mit dreifacher Wiederholung,

Merkmale der Mutterbäume  
der Einzelstammbaareiten

| Forstamt  | Abt. | Prüf-<br>glied<br>Nr. | Alter   | Höhe<br>m | BHD | Kronenform             | Verzweig.<br>typ   | Stammform      |
|-----------|------|-----------------------|---------|-----------|-----|------------------------|--------------------|----------------|
| Westerhof | 39   | 63                    | 136     | 43        | 74  | zylindr./ke-<br>gelig  | Kamm               | -              |
|           |      | 78                    | 132     | 40        | 50  | -                      | -                  | vollholzig     |
|           |      | 82                    | 132     | 40        | 50  | breit, auslad.         | -                  | vollholzig     |
|           |      | 61                    | 132     | 41        | 51  | -                      | -                  | vollholzig     |
|           |      | 62                    | 132     | 44        | 52  | -                      | -                  | zweischnürig   |
|           | 48   | 40                    | 67      | 39        | 40  | -                      | -                  | vollholzig     |
|           |      | 64                    | 73      | 37        | 45  | zylindr./kegel.        | Kamm               | -              |
|           |      | 65                    | 91      | 39        | 51  | -                      | Kamm/Bürste        | -              |
|           |      | 66                    | 87      | 42        | 53  | -                      | -                  | vollholzig     |
|           |      | 70                    | 87      | 39        | 46  | einseitig<br>Kronensp. | -                  | vollholzig     |
| Oderhaus  | 53   | 71                    | 87      | 46        | 54  | 1/2wiesel              | -                  | vollholzig     |
|           |      | 72                    | 95      | 41        | 57  | mittelbreit            | Kamm               | -              |
|           |      | 49                    | -       | 42        | 53  | -                      | -                  | -              |
|           |      | 50                    | 70      | 36        | 50  | Kronenaufb.<br>locker  | Kamm               | -              |
|           |      | 75                    | 142     | 47        | 63  | spitzkronig            | -                  | vollholzig     |
|           | 96   | 76                    | 142     | 43        | 58  | -                      | -                  | -              |
|           |      | 77                    | 145     | 40        | 71  | -                      | -                  | -              |
|           |      | 49                    | 275     | 30        | 74  | stumpf-kegel-<br>art.  | Kamm               | wipfelschäftig |
|           |      | 51                    | 150-180 | 32        | 51  | -                      | Platten-<br>bürste | -              |
|           |      | 54                    | 200-220 | 31        | 64  | -                      | Kamm               | -              |
| Braumlage | 102  | 55                    | 200-250 | 27        | 65  | -                      | Bürste             | zweischnürig   |
|           |      | 56                    | 250     | 27        | 68  | -                      | Platten            | -              |
|           |      | 57                    | 200     | 28        | 62  | zylindr. röhren        | Kamm-Platt.        | vollholzig     |
|           |      | 58                    | 200     | 26        | 70  | elliptisch             | Platten            | etw. abholzig  |
|           |      | 50                    | 200     | 33        | 59  | elliptisch             | Platt.-Kamm        | wipfelschäftig |
|           | 219  | 46                    | 280-300 | 49        | 110 | ellipt. röhren         | Platten            | kegelig        |

Die Versuchsflächen des Jahres 1963 (Aussaat 1959) sind als 5 x 5-Dreisatzgitter mit 100 Pflanzen je Parzelle angelegt, wobei die Teilflächen Hofgeismar (X-Block) und Kaufungen (Y- und Z-Block) zu einem Versuch gehören. Auf den Versuchsflächen Gahrenberg 59, Gahrenberg 70 und Hilders erhielt jede Pflanze eine Startdüngung von etwa 100 g Thomasmehl.

## 23 Probematerial für holzanatomische Untersuchungen

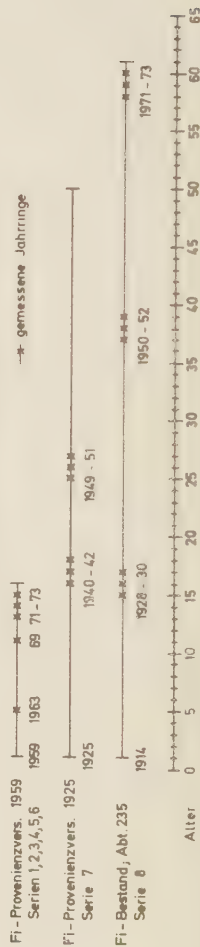
Als zusätzliche Möglichkeit der Differenzierung von Provenienzen sollte untersucht werden, in welchem Umfange nach Herkunft abgestufte Unterschiede in den Querabmessungen der Tracheiden in der Jungwuchsphase bestehen und ob sie auch in späteren Altersstufen feststellbar sind. In einer einleitenden Voruntersuchung wurde geklärt, welches Merkmal in der danach folgenden umfangreichen Serienuntersuchung (CLASSIMAT-Messung) zu erfassen war. Die für bestimmte Teilfragen der Untersuchung benutzten Proben sind zu jeweils einer "Serie" zusammengefaßt (Übers. 4).

Für die Jungwuchsphase stand im Provenienzversuch 1959 ein umfangreiches Material mit gesicherter Herkunft zur Verfügung. Der überwiegende Teil des Versuchsmateriales (Serien 1 - 6) wurde auf der Fläche Reinhardshagen auf standörtlich einheitlichen Flächenteilen gewonnen und erfaßt die Entwicklung bis zum Alter 15. Für Untersuchungen in der Stangenholzphase (Alter 16 - 27, Serie 7) war nur der von OELKERS in Zusammenarbeit mit GEYR VON SCHWEPPENBURG 1925 gesäte und 1929 ausgepflanzte Fichten-Provenienzversuch im Forstamt Gahrenberg, Abt. 200, verfügbar. Um die ohnehin begrenzte Aussagefähigkeit dieses mit Parzellen von 0,05 - 0,08 ha Größe und ohne Wiederholung angelegten Versuches nicht zu verringern, konnten nur die bei einer der periodischen Durchforstung anfallenden meist unter- und zwischenständigen Bäume zur Gewinnung von Stammscheiben benutzt werden. Wegen der für jede Provenienz benötigten Mindestzahl von Probebäumen war nur die Untersuchung der Provenienzen Kynast, Sieber und Forbach 510 m möglich. Die Standortsverhältnisse der Parzellen sind trotz geringer Unterschiede als weitgehend einheitlich zu betrachten.

## H o l z a n a t o m i s c h e s V e r s u c h s m a t e r i a l

| Versuchsmaterial                                                  | Alter 1974 | Serie | Art, Umfang Stichprobe                                      | Höhe Probe-<br>nahme über<br>Boden (cm) | Provenienzen                                     | Gemessene<br>Jahrringe                            | Gemessene<br>Merkmale                                                                                                             | Auswertungszweck                                                           |
|-------------------------------------------------------------------|------------|-------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Fichten-<br>Provenienz-<br>versuch                                |            | M     | Zufallsstichprobe<br>3 Bäume je Prov.                       | 10 - 15                                 | Grot, Rk, Wh 51                                  | Stammacheibe                                      | Spätholzanteil                                                                                                                    | Prüfung der Zuverlässigkeit der<br>Spätholzbegrenzung                      |
| FA Rein-<br>hardshagen                                            | 16         | 1     | Zufallsstichprobe<br>3 Bäume je Prov.                       | 10 - 15                                 | Grot, Rk, Lk,<br>Wh 51, Wh 53, Od                | 1971                                              | Anteile von Lumen und<br>Strahlenparenchym<br>sowie Zellzahl im je-<br>weils zuerst geb.<br>Frühholz und zuletzt<br>geb. Spätholz | Prüfung von Provenienzunterschie-<br>den den holzkundlichen Merkmale       |
|                                                                   |            | 2     | wie 1                                                       | wie 1                                   | Grot, Rk, Lk, Wh 51,<br>Wh 53, Od, vfile         | 1970, 1971<br>1972                                | Lumenanteil im<br>End-Spätholz                                                                                                    | Prüfung auf Provenienzunterschie-<br>de                                    |
|                                                                   |            | 3     | wie 1                                                       | 140 - 375                               | " "                                              | 1972 im Trieb<br>1971                             | "                                                                                                                                 | Vergleich eines Markkales in<br>verschiedener Höhe                         |
|                                                                   |            | 4     | wie 1                                                       | wie 1                                   | " "                                              | 1953                                              | "                                                                                                                                 | Vergleich eines Markkales in<br>verschiedener Höhe                         |
|                                                                   |            | 5     | System. Stichprobe<br>24 Bäume je Prov.                     | 100                                     | Alle 26 Prov. des<br>Vers. (vgl. Über-<br>sicht) | 1972                                              | "                                                                                                                                 | Verschiedener Entfernung vom<br>Mark                                       |
|                                                                   |            | 6     | System. Stichprobe<br>20 Bäume je Prov.                     | 100                                     | Brea, Rk, Zw. V,<br>Wh 53, Ch                    | 1969, 1971<br>1972, 1973                          | "                                                                                                                                 | Prüfung von Provenienzunter-<br>schieden an einem Jahrring                 |
| Fichten-<br>Provenienz-<br>versuch<br>1925;<br>FA Gehren-<br>berg | 50         | 7     | Durchforstungs-<br>stämme; 9 - 13<br>Bäume je Prov.         | 80 - 90                                 | Forbach 510 m;<br>Sieber, Kynast                 | 1940 - 1942<br>1949 - 1951                        | "                                                                                                                                 | Überprüfung der Ergebnisse von<br>Stade ) in verschiedenen Jahr-<br>ringen |
| Abt. 200                                                          |            |       |                                                             |                                         |                                                  |                                                   |                                                                                                                                   | Prüfung von Provenienzunter-<br>schieden bis zur Stangenholz-<br>phase     |
| Fichten-<br>bestand<br>FA Gehren-<br>berg                         | 61         | 8     | Zufallsstichprobe<br>nach Durchmesser-<br>klassen; 19 Bäume | 200                                     | unbekannt                                        | 1928 - 1930<br>1950 - 1952<br>1967<br>1971 - 1973 | "                                                                                                                                 | Prüfung von Lamenanteilen im End-<br>Spätholz bis zur Baumholzphase        |
| Abt. 235                                                          |            |       |                                                             |                                         |                                                  |                                                   |                                                                                                                                   |                                                                            |

A l l e i t e m p l o c a t i o n e n



Die Überprüfung der in jungem Versuchsmaterial gefundenen Beziehungen in der Baumholzphase konnte nur an einem 61jährigen Fichtenbestand unbekannter Herkunft in Abt. 235 des Forstamtes Gahrenberg vorgenommen werden, da kein weiterer Provenienzversuch zur Verfügung steht. Der Standort der für die Probenahme ausgewählten Teilfläche dieses Bestandes ist mit dem des Provenienzversuches 1925 (Abt. 200) vergleichsfähig.

### 3      U n t e r s u c h u n g s m e t h o d e n

#### 31      Aufnahmeverfahren im Anzuchtstadium

Während der Pflanzenanzucht waren Vollaufnahmen unmöglich und die Ergebnisse beruhen auf zufällig oder systematisch verteilter Stichproben. Höhen wurden bis zum Alter von 5 Jahren in Zentimeter gemessen. Die phänologischen Beobachtungen wurden von Ende April bis Anfang Juni durchgeführt. Die Abstände zwischen den Aufnahmen waren der jeweiligen Entwicklung angepaßt und betrugen 2 - 5 Tage. Für Auswertung und Vergleiche wurden die Beobachtungstage auf ein Datum bezogen, an dem alle Prüfglieder noch keine Entwicklung begonnen hatten (relative Tage). Das gleiche Boniturschema wurde auch bei der phänologischen Aufnahme 1973 der Versuchsfläche Reinhardshagen angewendet.

#### Boniturschema - Phänologie

- 1    alle Knospen im Ruhezustand
- 2    Knospen der Seitentriebe beginnen sich zu strecken, Knospenschuppen erscheinen hellbraun
- 3    Knospen der Seitentriebe springen auf, es zeigen sich grüne Nadelspitzen
- 4    Knospen der Seitentriebe voll ausgetrieben, Nadeln spreizen sich
- 5    Terminalknospe voll ausgetrieben (entspricht Stufe 4 für die Seitentriebe).

32 Aufnahmeverfahren im Jungwuchsstadium

321 Höhe und Kronenbreite

Für den Provenienzversuch 1959 erfolgte erst 1967 und 1970 eine Vollaufnahme, 1972 eine systematische Stichprobenaufnahme, bei der entlang der Nordost/Südwest-Diagonale jeder Parzelle 10 Bäume gemessen wurden. Die Einzelstammabsaaten wurden letztmalig 1973 voll aufgenommen. Für die Erhebungen waren die im Institut für Forstpflanzenzüchtung eingeführten Boniturschlüssel maßgebend.

Da die Baumhöhe nur in wenigen Ausnahmefällen 9 m überstieg, konnten Höhen auf Dezimeter mit selbst abrundenden Meßlatten ermittelt werden. Als Kronenbreite wurde die größte horizontale Ausdehnung in Zentimetereinheiten aufgenommen, weil auf den Parzellen noch kein Dichtschluß eingetreten war.

Zum Zeitpunkt der letzten Aufnahme hatte erst in wenigen Parzellen die überwiegende Zahl der Bäume die Derbholtzgrenze von 7 cm in Brusthöhe erreicht. Es wurden daher keine Durchmesser ermittelt.

322 Schäden

Die Erfassung der Schäden wurde auf solche beschränkt, die bei Fichte in der Jungwuchsphase äußerlich erkennbar sind und im Raume des Landes Hessen häufiger auftreten. Für die Auswertung wurde die Aufnahme 1970 benutzt, bei der folgende Boniturschemata angewendet wurden:

Frost

- 0 kein Frostscha-den
- 1 Triebe oder Nadeln durch Frost geschädigt

Zwiesel

- 0 keine Zwiesel
- 1 einfache Zwieselbildung
- 2 mehrfache Zwieselbildung

Gallen

- |   |                |
|---|----------------|
| 0 | keine Gallen   |
| 1 | 1 - 10 Gallen  |
| 2 | 11 - 25 Gallen |
| 3 | über 25 Gallen |

Insekten

- |   |                                                           |
|---|-----------------------------------------------------------|
| 0 | ohne Insektenschäden                                      |
| 1 | Fraß der Fichtenblattwespe                                |
| 2 | Befall durch Fichtentriebwickler                          |
| 3 | Fichtentriebwickler-Befall und<br>Fichtenblattwespen-Fraß |
| 4 | nicht ansprechbare Schäden                                |

33 Erfassung holzanatomischer Merkmale

331 Holzproben und Mikrotomschnitte

Um eine verzerrte Erfassung der jeweiligen Grundgesamtheiten zu vermeiden, wurden die Probebäume der Serien 1 - 6 und 8 als Zufallsstichprobe oder systematische Stichprobe entnommen. Nur bei dem Fichten-Provenienzversuch von 1925 (Serie 7) mußte auf Durchforstungsstämme zurückgegriffen werden (Abschn. 23).

Zur Erfassung der Jungwuchsphase im Provenienzversuch 1959 war für die Serien 1 und 2 (Prüfung von Provenienzunterschieden holzanatomischer Merkmale) und 4 (Vergleich eines Merkmales in verschiedener Entfernung vom Mark) eine sehr niedrige Entnahmehöhe vertretbar, da möglichst viele Jahrringe erfaßt werden sollten und Wurzelanläufe bei dem geringen Alter (16 Jahre) kaum wahrnehmbar sind. Die Proben für Serie 3 (Vergleich eines Merkmales an Stammfuß und Stammspitze) mußten in sehr unterschiedlicher Baumhöhe entnommen werden, da hierbei ein einheitliches Entwicklungsstadium (Jahrestrieb 1971) bei je einem schnell-, mittel- und langsamwüchsigen Baum jeder Provenienz erfaßt werden sollte.

Für den Nachweis von Provenienzunterschieden wurde nach den ersten Untersuchungen eine Stichprobe von etwa 20 Bäumen je Provenienz für notwendig erachtet. Bei dem großen Umfang der Serie 5 (Prüfung von Provenienzunterschieden an einem Jahrring) war jedoch die Entnahme nur in Form einer Bohrprobe je Baum möglich. Bei dem geringeren Umfang der folgenden Serie 6 (Überprüfung der Ergebnisse der Serie 5 in verschiedenen Jahrringen) wurden die benötigten Versuchsbäume durch Reihenentnahmen gewonnen und die Holzproben konnten, wie sonst allgemein üblich, aus Stammscheiben entnommen werden. Wegen des teilweise sehr kurzen Abstandes der Astquirle war hierbei eine vollkommen einheitliche Entnahmehöhe nicht möglich.

Bei der Gewinnung der Holzproben für die Stangenholzphase (Fichten-Provenienzversuch 1925) der Serie 7 mußte wegen Schälsschäden die Entnahme in 80 - 90 cm Höhe vom Erdboden erfolgen. In dieser Höhe waren in allen Bäumen die Jahrringe 1940 - 1942 (Alter 16 - 18) vorhanden, so daß durch deren Messung die gleiche Querschnittszone erfaßt wurde wie bei den Untersuchungen des Jahrringes 1972 der Bäume des Provenienzversuches 1959. Bedingt durch die soziologische Stellung der Probebäume waren die Jahrringe der letzten zwei Jahrzehnte jedoch so schmal, daß sie nicht ausgewertet werden konnten und für die Untersuchungen im fortgeschrittenen Alter die Jahrringe 1949 - 1951 (Alter 25 - 27) herangezogen werden mußten.

Für die Untersuchung der Holzproben der Baumholzphase (Serie 8) war die Entnahme der Stammscheiben wegen überwallter Schälsschäden in 2 m Höhe notwendig. Um eine mit dem übrigen Probematerial vergleichbare und eine zeitlich gleichmäßig gestaffelte Verteilung der gemessenen Jahrringe zu erhalten, wurden drei Gruppen von jeweils drei Jahrringen (1928 - 1930, 1950 - 1952 und 1971 - 1973) gewählt (Übers. 4).

Bei der Entnahme der Proben wurde grundsätzlich auf die Beibehaltung einer einheitlichen Himmelsrichtung geachtet. Die Mikrotom-schnitte wurden überwiegend unmittelbar nach der Werbung der

Holzproben angefertigt, falls dies nicht möglich war, wurden die Proben sofort in ein Wasser-Alkohol-Glyzerin-Gemisch eingelagert. Die Zurichtung der Proben erfolgte mit Laubsäge und Messer, so daß die Schnittfläche im allgemeinen eine Abmessung von etwa 1,0 x 1,5 cm hatte.

Für die Herstellung der Mikrotomschnitte wurde ein SARTORIUS-Schlitten-Mikrotom mit Handkurbelantrieb und automatischer Schnittstärkeneinstellung in 2 µm -Stufen verwendet. Dabei wurde streng darauf geachtet, daß die Faserrichtung der Holzproben senkrecht zur Schnittebene lag, um bei der Auswertung im Durchlicht eine möglichst scharfe Abgrenzung zwischen Zellwand und Lumen zu gewährleisten. Für die Voruntersuchungen wurden Schnitte mit einer Dicke von 14 - 20 µm bei möglichst geringer Schwankung innerhalb einer Serie angefertigt. Für die Mikrotomschnitte der Serien 5 - 8 (CLASSIMAT-Messungen) wurde mit einer Schnittdicke von 14 - 16 µm gearbeitet, so daß vergleichbare Präparate für die Herleitung der jeweiligen Mittelwerte einer Serie benutzt wurden und keine einseitige Verzerrung der Versuchsergebnisse durch die geringen Unterschiede der Schnittdicke zu erwarten sind. Für die Untersuchung wurden die Schnitte mit wassergelöstem Safranin gefärbt, in destilliertem Wasser gewaschen, mit saugfähigem Papier entwässert und auf dem Objektträger in Glyzerin eingelegt.

### 332 Voruntersuchungen

Bei Fichte ist das Frühholz auch makroskopisch erkennbar durch große Lumenquerschnitte und geringe Zellwanddicke gekennzeichnet, während das Spätholz vergleichsweise geringere Lumenquerschnitte und größere Wanddicke aufweist. Durch den kontinuierlichen Übergang von Frühholz und Spätholz innerhalb eines Jahrringes ist dort die Abgrenzung des Spätholzes sehr erschwert (FENGEL und STOLL 1973). Um eindeutige Früh- und Spätholzzellen zu erfassen, wurden daher die folgenden Untersuchungen auf unmittelbar neben der Jahrringgrenze liegende gleichmäßig breite Zonen des Früh- und Spätholzes beschränkt. Im Spätholz umfaßte diese "End-Spätholz" genannte Zone

ein parallel zur Jahrringgrenze liegendes Band mit einer Breite in radialer Richtung von 5 - 7 Zellen. In der "Anfangs-Frühholz" genannten Zone betrug die radiale Breite dieses Bandes 3 - 4 Zellen.

In den Serien 1 - 4 wurden im Anfangs-Frühholz und End-Spätholz für die Ermittlung der Anteile von Lumen und Strahlparenchym sowie der Zellzahl auf Mikrotomschnitten im Bereich der Jahrringgrenze Teilflächen zufällig ausgewählt und im Photomikroskop aufgenommen. Die zu messenden Flächen wurden so photographiert, daß die Schmalseite des Kleinbildformates parallel zur Jahrringgrenze lag, wobei letztere die Längsseite des Bildausschnittes bei etwa einem Drittel durchschnitt (Abb. 3).

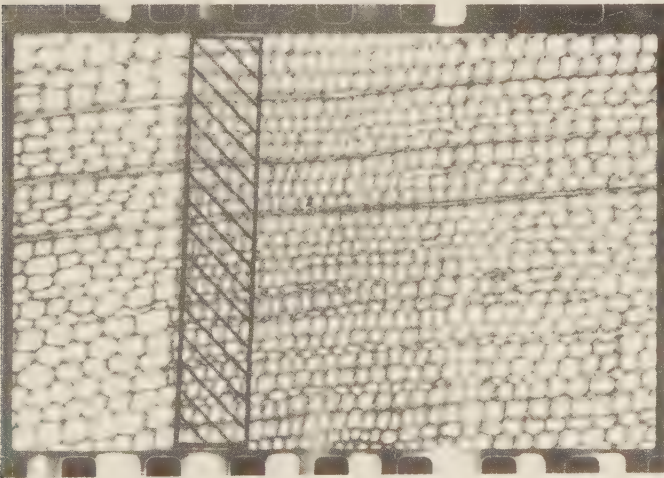


Abb. 3      Photomikroskopaufnahme für Voruntersuchungen mit eingezeichneter Lage des Rasterfeldes von  $7 \times 39 = 273$  systematisch angeordneten Rasterpunkten

Die Endvergrößerung für die Messung war auf Photographien 337-fach, auf dem Projektionstisch etwa 1000-fach. Als Hilfsmittel für die Bestimmung der Flächenanteile wurde ein durchsichtiger Raster mit  $7 \times 39 = 273$  Punkten verwendet. Auf die Grenze zwischen Lumen und Zellwand oder Strahlparenchym fallende Rasterpunkte wurden je zur Hälfte den betroffenen Gruppen zugeordnet. Für die Serien 1 und 2 wurden je Baum 3 Schnitte mit je einer Messung untersucht, während für die Serien 3 und 4 je Baum 1 Schnitt mit je 6 Messungen verwendet wurde. Die Bestimmung der Flächenanteile mit dem beschriebenen Verfahren führte zwar zu aussagefähigen Ergebnissen, war jedoch so zeitraubend, daß die Bearbeitung eines umfangreichen Materiales nicht durchführbar erschien.

Druckholz wurden weder bei den Voruntersuchungen noch bei den umfangreichen CLASSIMAT-Messungen ausgewertet. Die für das Reaktionsholz der Nadelbaumarten kennzeichnenden Einbuchtungen in der Sekundärwand der Zellen (WARDROP and DAVIES 1964) waren bei den angewandten Vergrößerungen auf den ausschließlich benutzten Querschnitten nicht eindeutig zu erkennen und konnten deshalb nicht zur Abgrenzung des Druckholzes herangezogen werden. Ein weiteres anatomisches Merkmal für Druckholz ist jedoch die rundere Form der Zellquerschnitte, die an den von mehreren Zellen gebildeten Berührungsstellen die Entstehung von Interzellularen bedingt (CORE, CÔTE and DAY 1961; LOW 1964). Um im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen die notwendige einheitliche Abgrenzung von Druckholz zu gewährleisten, wurde das Auftreten derartiger Interzellularen als Unterscheidungsmerkmal benutzt und die dadurch gekennzeichneten Jahrringzonen nicht gemessen.

### 333 CLASSIMAT-Messungen

KISSER und HALBWACHS (1972) wiesen darauf hin, daß es möglich ist, mit Hilfe des LEITZ-CLASSIMAT Lumen- und Zellwandanteile von Hölzern und besonders Fichten mit hoher Genauigkeit und zugleich zeitsparend zu bestimmen. Der LEITZ-CLASSIMAT dient, ebenso wie andere

vergleichbare Geräte, der automatischen quantitativen Analyse makroskopischer und mikroskopischer Bilder. Bei den Untersuchungen wurde ein Mikroskop (ORTHOPLAN) verwendet, das den im Durchlicht betrachteten Holzschnitt auf eine Fernsehaufnahmeröhre überträgt. Dort wird die optische Bildinformation in 625 Zeilen abgetastet und entsprechend der Grautönung in elektrische Signale umgewandelt, die an die elektronische Bedienungs- und Aufbereitungseinheit weitergeleitet werden. Beim Meßvorgang erscheinen die Meßwerte auf einer Digitalanzeige, werden aber zugleich an einen angekoppelten Elektronenrechner weitergegeben, der die Meßdaten je nach dem gewählten Programm speichert, verrechnet und ausdrückt. Das von der Fernsehkamera aufgenommene Bild erscheint gleichzeitig auf einem Monitor, durch den Struktur und Lage des Meßbildes sowie besonders die Fokussierung überprüft werden können (Abb. 4, 5).

Das von der Fernsehkamera erfaßte Objektbild wird beim Abtasten der Zeilen in rund 308 000 Rasterpunkte aufgegliedert. Für die Messung der Lumenanteile des End-Spätholzes wurde die auf dem Monitor frei verschiebbare Meßfeldblende so eingestellt, daß ein rechteckiges Meßfeld von 70 x 110  $\mu\text{m}$  entstand, das bei rund 1000-facher Vergrößerung und Anlegung der Schmalseite an die Jahrringgrenze im Durchschnitt ein Band von 5 - 7 Zellen Breite des im Herbst zuletzt gebildeten Spätholzes erfaßte. Die eine Längsseite der Meßfeldblende wurde stets auf die in radialer Richtung verlaufende Mittelschicht zwischen 2 Zellreihen gelegt, während die zweite Schmal- und Längsseite des Meßfeldes nahezu ausnahmslos Zellen durchschnitten (Abb. 5). Bei keiner CLASSIMAT-Messung wurde Strahlparenchym in das Meßfeld einbezogen. Da eine Messung in den Randzonen des Monitorbildes wegen möglicher Verzerrungen vermieden werden sollte, wurden jeweils 3 Meßfelder im zentralen Teil unmittelbar aneinandergereiht aufgenommen.

Die Grauwerteinstellung zur Kenntlichmachung der Lumen als gemessener Größe (Kennung) wurde stets so gewählt und gegebenenfalls

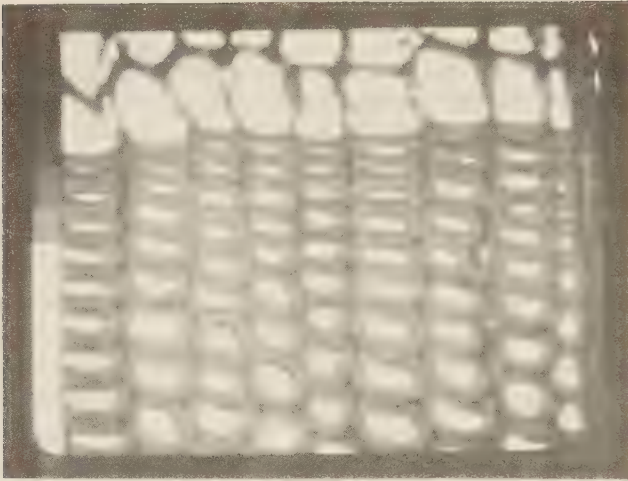


Abb. 4 CLASSIMAT-Monitorbild

links Grautreppe mit eingestellter Kennung  
(alle Bildteile mit einer größeren Helligkeit  
als das untere Ende der Grautreppe werden als  
Lumen erfaßt; Schnitt: Westerhof 53)

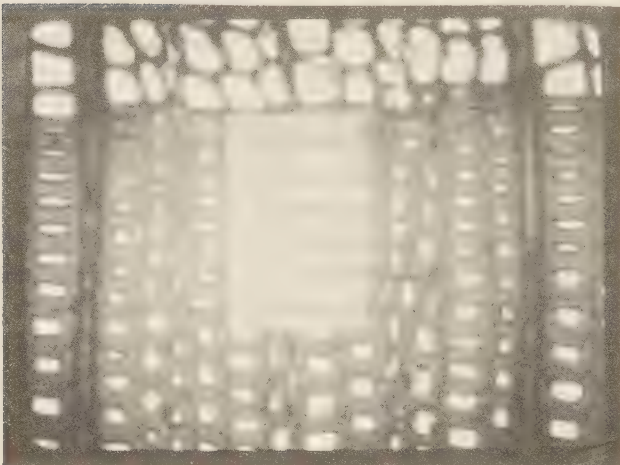


Abb. 5 CLASSIMAT-Monitorbild

Größe und Lage des verwendeten Meßfeldes von  
 $70 \mu\text{m} \times 110 \mu\text{m}$   
(linke Kante des Meßfeldes liegt auf Mittelwand  
einer Zellreihe, obere Kante berührt Jahrring-  
grenze; Schnitt: Zwiesel V)

nachreguliert, daß alle Lumen sichtbar waren und die Lumenränder beim Durchschneiden durch die Kanten der Meßfeldblende nicht versetzt wurden (Abb. 5). Als Meßwerte wurden die Gesamtzahl der vom Meßfeld als ganzes geschnittenen Zahl der Fernsehzeilen (Zeilenzahl), die Gesamtzahl der Rasterpunkte im Meßfeld (Meßfeld-Rasterpunkte), die Rasterpunkte der durch die Kennung erfaßten Bildteile (Lumen-Rasterpunkte), die Zahl der gemessenen Partikel (Zellzahl) sowie die Zahl der durch die Partikel gebildeten Fernsehzeilen-Abschnitte (Sehnenzahl) erfaßt und ausgedruckt (Abb. 6). Im Rechner wurde unmittelbar aus der Meßfeld-Rasterpunktzahl und der Lumen-Rasterpunktzahl der Lumenanteil hergeleitet und auf einem Papierstreifen mit den genannten Grundmeßdaten niedergeschrieben.

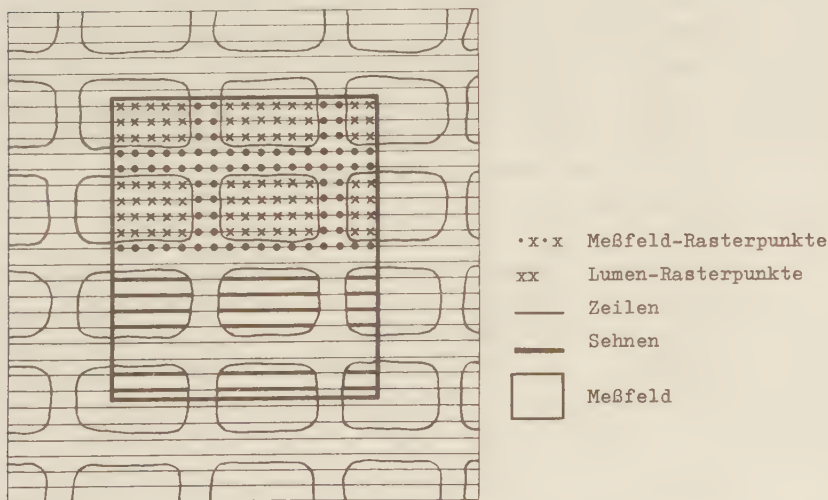


Abb. 6 Schematische Darstellung der mit dem CLASSIMAT im gesamten Meßfeld erfaßten Merkmale; oberer Bildteil Darstellung der Meßfeld- und Lumen-Rasterpunkte, unterer Bildteil Kennzeichnung der Sehnen

Da bei den holzkundlichen Untersuchungen die Feststellung von Provenienzun- terschieden Vorrang vor der Ermittlung von absoluten Werten der Zellabmessungen hatte, wurde stets mit einem konstanten Meßfeld von  $0,0077 \text{ mm}^2$  gearbeitet. Geringe Abweichungen, die in der Meßfeld-Rasterpunktezah- l zum Ausdruck kamen, wurden durch nachträgliche Standardisierung der Meßwerte ausgeglichen. Damit war die Gleichmäßigkeit der gemessenen Fläche gewährleistet, eine Anpassung des Meßfeldes an die jeweilige Zellstruktur jedoch nicht möglich. Bei den Messungen wurden daher stets Zellen von den Meßfeldgrenzen durchschnitten. Bei einer genügend großen Anzahl von Rasterpunkten je Meßfeld (hier 33 000) ist der durch diese Art der Flächenermittlung entstehende Fehler so gering, daß er vernachlässigt werden kann (LOETSCH, ZÖHRER und HALLER 1973). Für die ebenfalls hergeleitete Zellzahl und Sehnenzahl ergibt sich jedoch ein systematischer positiver Fehler, da keine Differenzierung nach voll im Meßfeld liegenden und angeschnittenen Zellen oder Sehnen möglich ist. Damit wird jede angeschnittene Zelle oder Sehne als gleichwertige Einheit gezählt, unabhängig davon, ob nur sehr wenige oder nahezu alle möglichen Lumen-Rasterpunkte dieser Zelle oder Sehne im Meßfeld erfaßt werden. Beide Meßgrößen können daher nur für näherungsweise Betrachtungen herangezogen werden (Abschn. 52).

Für jede zu messende Jahrringprobe der Serien 5 - 8 stand ein Schnitt zur Verfügung, an dem 10 Messungen durchgeführt wurden, die zu einem Mittelwert verdichtet die Grundlage der weiteren Berechnungen bilden. Insgesamt wurden mit dem CLASSIMAT für 850 Schnitte annähernd 13 300 Einzelmessungen durchgeführt.

34     Auswertungsmethoden

Da bei der Bearbeitung von Provenienzversuchen Aussagen über Populationen und nicht über Einzelbäume herzuleiten sind, bilden, außer in den besonders vermerkten Fällen, arithmetische Mittelwerte der Einzelbäume je Prüfglied und Parzelle die Grundlage der statistischen Auswertung, die mit den Methoden der Varianzanalyse, Korrelations- und Regressionsrechnung erfolgte. Hierbei wurden Prüfglieder, Versuchsorte, Jahrringe und andere Gruppierungsmerkmale jeweils als Zufallsstichprobe aufgefaßt und, soweit anwendbar, Modelle für zufällige Effekte (WEBER 1972) benutzt.

Die Rechenarbeiten wurden auf einer Großrechenanlage UNIVAC 1108 durchgeführt. Dabei fanden Standardprogramme der BMD Biomedical Computer Programs (DIXON 1967) des Deutschen Rechenzentrums Darmstadt (GEBHARDT 1969) sowie der Sammlungen SCIENTIFIC SUBROUTINE PACKAGE (SSP) (1970) und STAT-PACK (1970) Verwendung. In erheblichem Umfange wurden Programme der Hessischen Forstlichen Versuchsanstalt benutzt, die den besonderen Anforderungen der durchgeführten Versuche entsprechen.

4        V e r s u c h s e r g e b n i s s e

41        Hessischer Fichten-Provenienzversuch 1959

411      Saatgut

Die in Anlage 3 aufgeführten Tausendkorngewichte schwanken für Provenienzen des zentraleuropäischen Fichtengebietes zwischen 5,87 g und 9,13 g bei einem Mittelwert von 7,80 g, der dem Standardmittelwert für Fichte gut entspricht (ROHMEDEK 1972). Da das Saatgut nahezu ausnahmslos 1958/59 geerntet wurde, ist ein Vergleich der Tausendkorngewichte (TKG) möglich und ergibt hochsignifikante Unterschiede zwischen den Provenienzen ( $F = 21,57$ ; FG 23/67). Bei einer Zusammenfassung nach Herkunftsgebieten heben sich die Proben aus Schweden durch niedrige Werte ab, für die übrigen Gebiete sind bei dem vorliegenden Material keine eindeutigen Unterschiede festzustellen. Ein Zusammenhang zwischen Höhenlage des Herkunftsortes und Tausendkorngewicht ist nicht festzustellen ( $r = - 0,03$  n.s.). Dieses Ergebnis steht im Einklang mit einem Vergleich für die entsprechenden Werte des Fichten-Provenienzversuches von 1937 (RUBNER 1944).

Die Keimfähigkeit wurde nur für die Aussaat 1959 ermittelt und betrug im Durchschnitt 85,6 % (Rodewaldkeimgerät, Wechseltemperatur). Das Saatgut entsprach daher in der Qualität den durchschnittlichen Werten für Fichte (ROHMEDEK 1972).

Insgesamt gesehen zeigen die ermittelten Kenngrößen, daß für den Versuch repräsentatives Saatgut verwendet wurde, bei dem sich Provenienzunterschiede im Tausendkorngewicht im Rahmen größerer Herkunftsgebiete weitgehend ausgleichen.

412 Pflanzenanzucht

Die unterschiedliche Anzucht der Aussaaten 1959 und 1960 (Abschnitt 211) erfordert eine getrennte Prüfung der mittleren Pflanzenhöhen am Ende der Anzuchtphase. In beiden Aussaaten unterschieden sich die Provenienzen im Jahre 1963 hochsignifikant (Aussaate 1959:  $F = 15,2$ ;  $FG\ 18/114$  - Aussaate 1960:  $F = 62,9$ ;  $FG\ 14/90$ ). Für die 11 vergleichsfähig ausgesäten Provenienzen zeigen die Pflanzen der Nadelstreubeetsaat einen Mehrzuwachs gegenüber Pflanzen gleichen Alters der Kampsaat (+ 34 %). Dieser reicht jedoch nicht aus, um bereits in der Anzuchtphase den Altersunterschied von einem Jahr voll auszugleichen. Die 5-jährigen Pflanzen der Kampsaat sind 1963 durchschnittlich noch um 43 % (25 % - 84 %) größer als die 4-jährigen der Nadelstreubeetsaat. Die Unterschiede der Mittelwerte sind mit Ausnahme von Stryck gesichert (t-Werte zwischen 2,01 und 10,31) und lassen eine Zusammenfassung der Aussaaten gleicher Provenienzen in diesem Alter noch nicht zu.

Der Zusammenhang zwischen Tausendkorngewicht und Pflanzenhöhe 1963 wird durch folgende Zusammenstellung wiedergegeben:

Korrelationstabelle

|                                   | r     | t    | FG |
|-----------------------------------|-------|------|----|
| TKG (Saat 1959) - Höhe 1963 (5j.) | 0,47* | 2,19 | 17 |
| TKG (Saat 1960) - Höhe 1963 (4j.) | 0,59* | 2,53 | 12 |

Nach diesen Korrelationskoeffizienten können nur 22 % (Saat 1959) beziehungsweise 34 % (Saat 1960) der Unterschiede der mittleren Pflanzenhöhen der Provenienzen im Jahre 1963 auf die Verschiedenheit der Samengewichte zurückgeführt werden, so daß aufgrund des Tausendkorngewichtes nur eine verhältnismäßig unsichere Aussage über die Pflanzenhöhe im Alter 4/5 möglich ist.

### Ergebnis

Die Auswertung der Messungen während der Anzuchtphase ergibt, daß die Pflanzenhöhen der Provenienzen für beide Aussaaten im Alter von 4 beziehungsweise 5 Jahren gesichert unterschieden sind, eine Zusammenfassung der Aussaaten gleicher Provenienzen für dieses Alter noch nicht möglich ist und daß das Tausendkorngewicht keine hinreichend zuverlässigen Aussaagen über die Pflanzengröße am Ende der Anzuchtphase zuläßt.

#### 413 Jungwuchsentwicklung

#### 4131 Höhenentwicklung

#### 4131.1 Auswertungseinheiten

Die entscheidende Besonderheit des vorliegenden Versuches gegenüber früheren Fichten-Provenienzversuchen ist die Anlage nach einem einheitlichen Versuchsplan (Dreisatzgitter) auf 15 Versuchsfeldern, die überwiegend typische Fichtenstandorte der kollinen und montanen Stufe des Hessischen Berglandes und des Hunsrücks repräsentieren (Abb. 2). Damit sind die Voraussetzungen für eine zusammenfassende varianzanalytische Auswertung des Versuches als Ganzes gegeben, die deshalb Schwerpunkt der folgenden Darstellungen ist. Wenn keine andere Aussageeinheit erwähnt wird, beziehen sich die angeführten Werte stets auf den Gesamtversuch.

Bei der Einzelauswertung der Versuchsfelder nach dem Dreisatzgittermodell wurden die Mittelhöhen-Differenzen der Wiederholungen für die Aufnahme 1970 nach dem DUNCAN-Test auf Unterschiede geprüft. Diese ergaben sich für die Felder Reinhardshagen, Chausseehaus und Nentershausen II, so daß die in den Anlagen angegebene Untergliederung der Versuchsorte notwendig ist. Hierdurch ist entsprechend der Zielsetzung der Arbeit eine bessere Abgrenzung standörtlicher Einflüsse und eine Erhöhung der Trennschärfe hinsichtlich der Provenienzunterschiede möglich. Die Untergliederung bedingt aber, daß einige Versuchsfeldernwerte nicht, wie im Regelfall, auf drei sondern nur auf zwei Parzellenwerten beruhen

(X- und Y-Block), oder unmittelbar Parzellenwerte sind (Z-Block). Für die Bestimmung von Wechselwirkungen zwischen Provenienzen und Versuchsorten durch Varianzanalysen mit mehrfacher Besetzung (Abschnitt 4131.2) wird auf die Parzellenwerte (jeweils drei je Provenienz und Versuchsort) zurückgegriffen. Bei den untergliederten Versuchsflächen werden nur die Werte der X- und Y-Blöcke verwendet und die fehlenden Werte mit Hilfe eines Standardprogrammes nach der Methode der kleinsten Quadrate (UNIVAC-STAT-PACK) ergänzt.

Eine zuverlässige Aussage für ein Prüfglied im Rahmen der untersuchten Standortverhältnisse setzt voraus, daß es auf allen Versuchsflächen angebaut ist. Diese Bedingung erfüllen mit einigen Ausnahmen 14 Provenienzen, die Kernprovenienzen genannt werden. Ihre Versuchsflächenmittelwerte sind für die Aufnahmen 1967, 1970 und 1972 in Anlagen 4 - 6 zusammengestellt. Ein Vergleich der Gesamt-Versuchsflächenmittelwerte unter Einbeziehung aller auf der jeweiligen Fläche vorhandenen Prüfglieder (Anl. 7) zeigt, daß diese weitgehend mit den Mittelwerten der Kernprovenienzen übereinstimmen und erstere daher die Vergleichsgrundlage für die weitere Auswertung bilden können.

Auf einigen Versuchsflächen sind nicht alle Kernprovenienzen mit der Aussaat 1959 vertreten. Es ist daher zu prüfen, ob für die Auswertung der Aufnahme 1970 die Aussaaten 1959 und 1960 einer Provenienz als gleichwertig angesehen werden können. Auf sieben Versuchsflächen mit jeweils weitgehend einheitlichen Standortverhältnissen sind von insgesamt 4 Provenienzen beide Aussaaten angebaut, so daß ihre Mittelwerte verglichen werden können (Übers. 5). Es zeigt sich dabei, daß nur für 3 von insgesamt 16 Vergleichen gesicherte Unterschiede bestehen.

Die Provenienzen Schluchsee, Reit im Winkl und Lauterbach sind voll vergleichsfähig mit jeweils beiden Aussaaten auf drei Versuchsflächen angebaut. Die Streuungserlegung für diesen Teilversuch bringt den sehr großen Anteil der Versuchsorte an der

Übersicht 5

Mittelwertvergleich  
Aussaaten 1959 und 1960 gleicher Provenienzen  
(Höhe 1970)

| Versuchsort      | Provenienz | Prüf-<br>glied-<br>paar | Versuchsflächen-<br>mittelwert |               | s <sub>d</sub><br>cm | Absicherung<br>Unterschiede<br>t-Wert<br>(FG 4) |
|------------------|------------|-------------------------|--------------------------------|---------------|----------------------|-------------------------------------------------|
|                  |            |                         | Saat 59<br>cm                  | Saat 60<br>cm |                      |                                                 |
| Willingen        | Schluchsee | 16/29                   | 149,1                          | 150,5         | 17,7                 | 0,08 n.s.                                       |
| "                | Reit i.W.  | 17/30                   | 148,7                          | 174,4         | 17,2                 | 1,49 n.s.                                       |
| "                | Lauterb.   | 22/32                   | 162,0                          | 192,0         | 17,8                 | 1,69 n.s.                                       |
| Königstein       | Schluchsee | 16/29                   | 191,9                          | 219,0         | 12,7                 | 2,14 n.s.                                       |
| "                | Reit i.W.  | 17/30                   | 209,2                          | 241,1         | 7,7                  | 4,13 *                                          |
| "                | Lauterb.   | 22/32                   | 258,8                          | 251,7         | 5,4                  | 1,32 n.s.                                       |
| Bieber           | Schluchsee | 16/29                   | 243,4                          | 231,4         | 9,9                  | 1,22 n.s.                                       |
| "                | Reit i.W.  | 17/30                   | 261,6                          | 288,4         | 3,9                  | 6,89 ***                                        |
| Dieburg          | Rötgen     | 25/34                   | 271,1                          | 230,7         | 17,6                 | 2,30 n.s.                                       |
| Homberg/O.       | Schluchsee | 16/29                   | 161,7                          | 166,3         | 17,1                 | 0,27 n.s.                                       |
| "                | Reit i.W.  | 17/30                   | 193,9                          | 217,0         | 12,8                 | 1,80 n.s.                                       |
| "                | Lauterb.   | 22/32                   | 237,8                          | 180,2         | 17,4                 | 3,30 *                                          |
| "                | Rötgen     | 25/34                   | 203,8                          | 210,9         | 20,9                 | 0,34 n.s.                                       |
| Hermeskeil       | Schluchsee | 16/29                   | 189,7                          | 198,8         | 9,6                  | 0,95 n.s.                                       |
| "                | Reit i.W.  | 17/30                   | 222,2                          | 208,3         | 8,6                  | 1,62 n.s.                                       |
| Harsefeld        | Rötgen     | 25/34                   | 253,6                          | 226,7         | 18,3                 | 1,47 n.s.                                       |
| Gesamtmittelwert |            |                         | 209,91                         | 211,71        | 13,5                 | 0,13 n.s.<br>(FG 30)                            |

Gesamtstreuung (82 %) zum Ausdruck, während die Streuungsanteile von Prüfgliedern und Wechselwirkungen zwar gesichert sind, jedoch einen verschwindend geringen Anteil haben. Der im Alter 5 noch stark ausgeprägte Einfluß der unterschiedlichen Anzucht (Abschn. 412) ist daher im Alter 12 ausgeglichen und die Verwendung von Werten der Aussaat 1960 einer Provenienz für die entsprechenden Werte der Aussaat 1959 ist gerechtfertigt.

Vergleichsanbau Aussaat 1959 und 1960

| Varianz-<br>ursache            | FG | SQ     | MQ     | F-Wert  | Varianz-<br>komponente<br>% |
|--------------------------------|----|--------|--------|---------|-----------------------------|
| Prüfglieder                    | 5  | 1,9473 | 0,3895 | 4,48**  | 4,4                         |
| Orte                           | 2  | 3,9073 | 1,9536 | 22,48** | 82,2                        |
| Wechselwirk.<br>Prüfogl.x Orte | 10 | 0,8689 | 0,0869 | 2,68**  | 4,8                         |
| Rest                           | 36 | 1,1650 | 0,0324 |         | 8,6                         |
| Insgesamt                      | 53 | 7,8885 |        |         |                             |

In vereinzeltten Fällen standen zur Ergänzung der Aussaat 1959 keine entsprechenden Aussaaten 1960 zur Verfügung. Diese fehlenden Werte (insgesamt 7) wurden je Prüfglied mit Hilfe einer Regression zu vollständig vorhandenen Prüfgliedern hergeleitet.

Die Provenienzen Cottbus, Westerhof 78, Partenkirchen, Val Visdende, Kastellaun, Dieburg und Burgjoß sind mindestens auf 10 der insgesamt 15 Versuchsflächen vertreten und werden als Randprovenienzen bezeichnet. Sie können nicht in die allgemeine Auswertung einbezogen werden, durch Näherungslösungen ist jedoch auch ihre Beurteilung möglich.

Wegen schwieriger Saatgutbeschaffung konnten die drei Provenienzen Goldap, Borki und Górowo erst 1961 ausgesät und später nicht parallel auf allen Versuchsflächen angebaut werden. Die Einbe-

ziehung von Provenienzen des Baltischen Landrückens in die umfassende Gesamtauswertung erschien jedoch wegen ihrer guten Leistungen in früheren Provenienzversuchen wichtig. Ein Vergleich der Mittelwerte 1970 dieser Provenienzen für Versuchsorte, an denen sie gemeinsam vertreten sind, ergab für 12 von 14 Gegenüberstellungen keine gesicherten Unterschiede ( $t < 2,78$ ; FG 4). Sie wurden daher zu einer Auswertungseinheit zusammengefaßt, die zur Vereinfachung auch als Provenienz bezeichnet wird. In der Bewertung der Ergebnisse ist stets zu berücksichtigen, daß diese Gruppe gegenüber der Mehrzahl der Vergleichsprovenienzen zwei Jahre jünger ist. Eine Berichtigung mit Hilfe von Jahrestriebmessungen wurde nicht vorgenommen, da sich die jährlichen Witterungsschwankungen stark auf dieses Merkmal auswirken und bei einer entsprechenden Ergänzung der gemessenen Höhen unbestimmbare Verzerrungsfehler auftreten können. Für die einordnende Beurteilung wurden Vergleichswerte durch Extrapolation hergeleitet (Abschn. 4131.2).

Als Grundlage für die weitere Beurteilung ist festzuhalten, daß die einheitliche Versuchsanlage die gemeinsame Auswertung aller Versuchsflächen nach statistischen Methoden für 15 Kernprovenienzen ermöglicht. Durch vergleichende Einordnung von 7 weiteren Randprovenienzen werden insgesamt 22 Provenienzen geprüft. Da im Alter 12 die Höhendifferenzen zwischen den Aussaaten 1959 und 1960 der gleichen Provenienz im Zufallsbereich liegen, ist die gegenseitig ergänzende Verwendung der beiden Aussaaten einer Provenienz und damit die Aufstellung einer vollständigen Versuchsflächenmatrix für die Aufnahmen 1967, 1970 und 1972 möglich.

#### 4132.2 Provenienzunterschiede

##### Häufigkeitsverteilung

Die Vollaufnahme 1970 bildet die Grundlage für die Beurteilung der Provenienzunterschiede, da der Versuch in diesem Jahr bereits ein Alter von 12 Jahren erreicht hat und die folgende Aufnahme 1972 wegen des Stichprobencharakters nur zur Überprüfung gefundener Entwicklungstendenzen dienen kann. Da es Ziel der vorliegenden Arbeit ist, Aussagen über das Wuchsverhalten von Provenienzen und nicht von Einzelbäumen

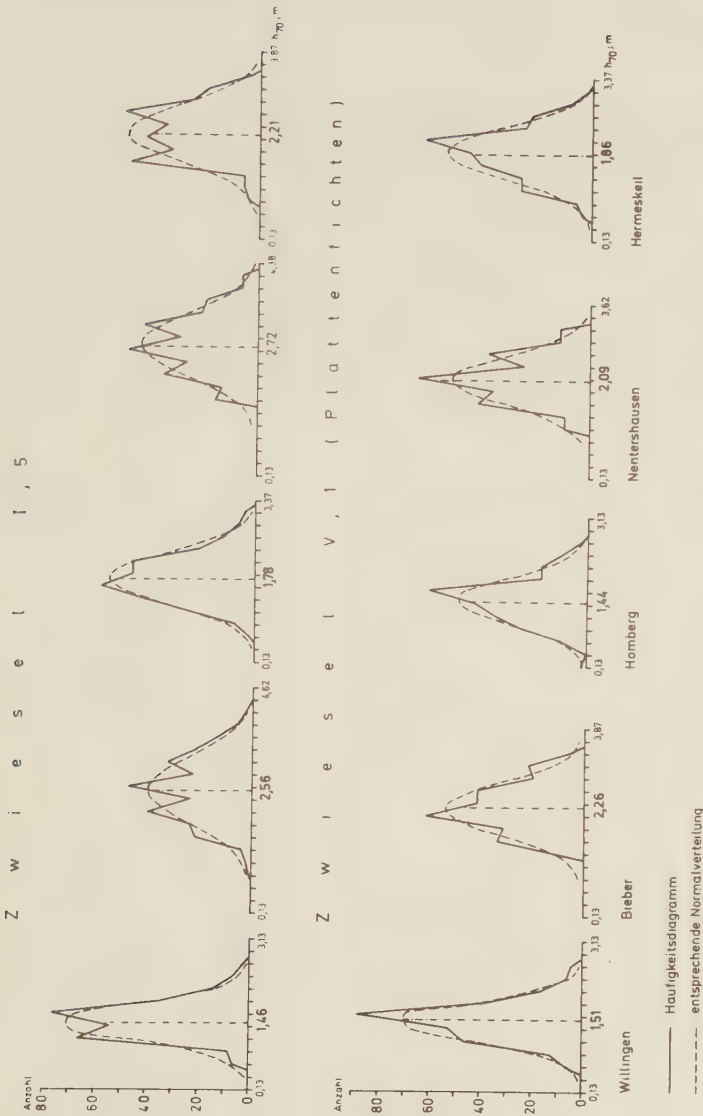


Abb. 7 Häufigkeitsverteilungen der Einzelbaumhöhen 1970 von zwei Kernprovenienzen an 5 typischen Versuchsorten

herzuleiten, werden die Einzelbaummessungen je Parzelle als kleinster räumlicher Einheit der Versuchsanlage und gegebenenfalls je Prüfglied und Versuchsort zusammengefaßt.

Erste Hinweise auf das Wuchsverhalten von Provenienzen lassen sich aus Häufigkeitsdiagrammen der Höhe herleiten. Als Beispiel sind die Häufigkeitsverteilungen der Einzelbäume je Versuchsort für die Provenienzen Zwiesel I,5 und Zwiesel V,1 für fünf typische Versuchsorte dargestellt (Abb. 7). Dabei werden gute Fichtenstandorte durch die Versuchsorte Bieber und Nentershausen, mittlere durch Hermeskeil und geringere durch Willingen und Homberg repräsentiert. Obwohl alle Verteilungen gesichert ( $P < 0,01$ ) von Normalverteilungen mit jeweils gleichem Mittelwert und gleicher Streuung abweichen, ist im ganzen gesehen eine befriedigende Übereinstimmung der Verteilungstypen festzustellen.

Hervorstechendes Merkmal der Häufigkeitsdiagramme ist für Zwiesel I,5 eine überwiegend deutliche mehrgipflige Verteilung, während sie für Zwiesel V,1 ausgeprägt eingipflig ist und damit auf ein vergleichsweise einheitlicheres Material hinweist. Die genetische Einengung durch ausschließliche Beerntung von Plattenfichten für die Provenienz Zwiesel V,1 findet hiermit ihre Bestätigung. Die Provenienz Zwiesel I,5 wurde in gleicher geographischer Lage nur in geringerer Seehöhe nach den allgemeinen Beerntungsrichtlinien ohne Berücksichtigung des Verzweigungstypes der Mutterbäume gewonnen.

Für beide Provenienzen sind im Vergleich zu den entsprechenden Normalkurven keine ausgeprägten und einheitlichen Abweichungen von Schiefe und Wölbung festzustellen. Es zeigt sich aber, daß bei abnehmender standörtlicher Leistungsfähigkeit (Versuchsorte Willingen und Homberg) die Spannweite der Häufigkeitsverteilungen geringer ist. Zuverlässige Aussagen über den Grad der Differenzierung innerhalb der Provenienzen erfordern jedoch die Herleitung der Streuung.

Die für den Versuchsort Bieber dargestellten repräsentativen Häufigkeitsdiagramme von 6 autochthonen und 5 nicht-autochthonen Provenienzen (Abb. 8) belegen, daß nur Zwiesel V,1 und Cottbus eine stark

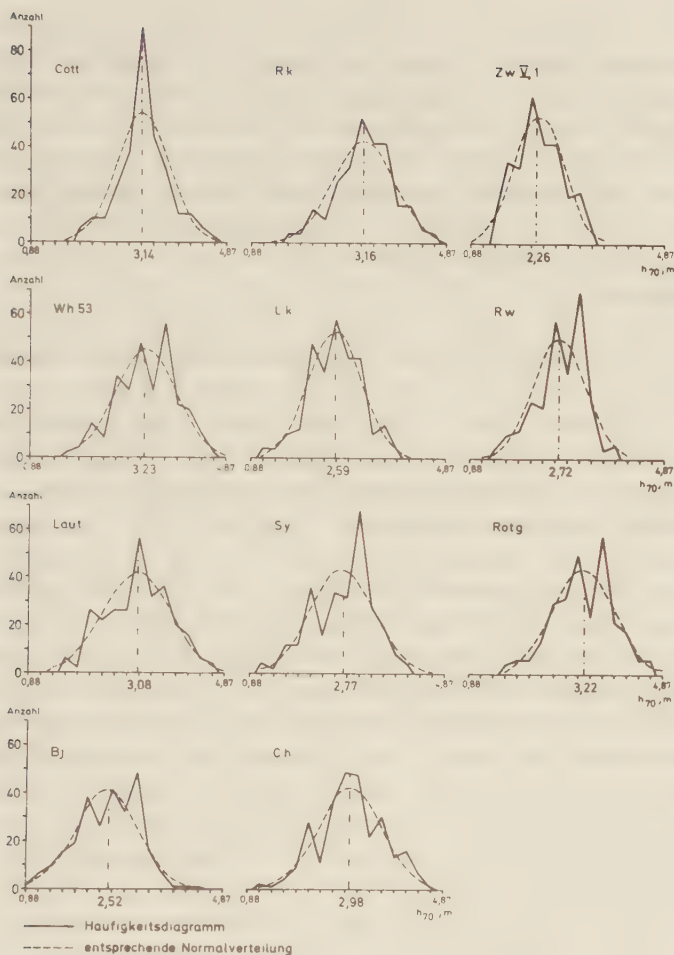


Abb. 8 Häufigkeitsverteilungen der Einzelbaumhöhen 1970 von 6 autochthonen und 5 nicht-autochthonen Provenienzen am Versuchsort Bieber

hervortretende Eingipfligkeit aufweisen. Da die Provenienz Cottbus einen räumlich eng begrenzten Arealvorposten der Fichte im Lausitzer Flachland darstellt, erscheint die festzustellende ausgesprochene Einheitlichkeit des Materiales als Ergebnis einer natürlichen Evolution verständlich.

Die Ähnlichkeit der Verteilungen von Westerhof 53 und Rötgen ist so stark, daß nach dem  $\chi^2$ -Test kein gesicherter Unterschied besteht ( $\chi^2 = 11,6$  ; FG 10 ). Dies kann als Hinweis auf eine gemeinsame Herkunft gewertet werden. Im Hinblick auf die sehr umfangreichen Fichten-Saatgut-exporte aus dem Gebiet Westerhof im 19. und 20. Jahrhundert (WINTERFELD 1965) liegt daher die Annahme nahe, daß für die nicht-autochthone Provenienz Rötgen Westerhof der Ursprung ist. Die deutlich dreigipflige Verteilung von Burgjoß läßt auf ein stark heterogenes Ausgangsmaterial schließen.

Trotz des Aussagewertes von Häufigkeitsdiagrammen erfordert die vergleichende statistische Bearbeitung eines umfangreichen Datenmaterials die Charakterisierung dieser Verteilungen durch wenige numerische Kenngrößen. Als wichtigste dieser Kenngrößen ist der arithmetische Mittelwert allgemein anerkannt. Für die Auswertungen im Rahmen dieser Arbeit wird daher weitgehend diese Größe benutzt.

Neben dem arithmetischen Mittelwert ist die Streuung eine erschöpfende und aussagefähige Kenngröße. Da in der Form des Variationskoeffizienten ein Vergleich der Streuungen von Kollektiven mit unterschiedlichen absoluten Werten möglich ist, wurden für je einen Versuchsort guter (Bieber), mittlerer (Hermeskeil) und geringerer (Willingen) Fichtenwuchsleistung die Variationskoeffizienten der Kernprovenienzen

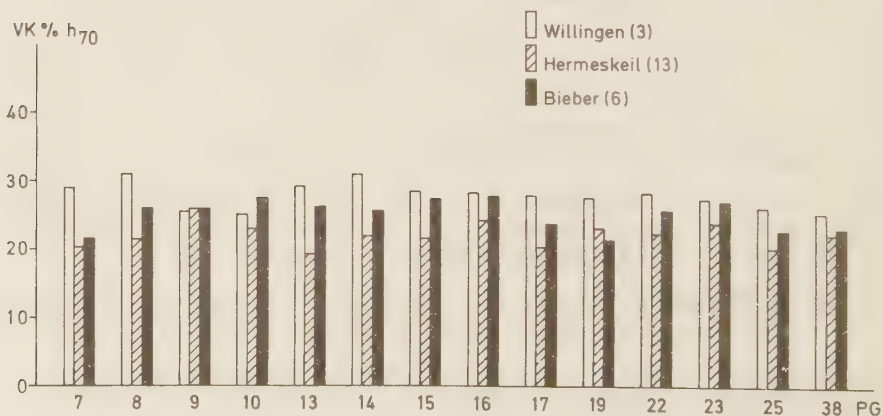


Abb. 9 Variationskoeffizienten der Kernprovenienzen an 3 typischen Versuchsorten

(ohne Baltischer Landrücken) errechnet. Da diese Variationskoeffizienten (Abb. 9) je Versuchsort nur in einem geringen Rahmen schwanken, wurde für die Herleitung von Provenienzunterschieden auf die eingehende Analyse der Streuungen verzichtet. Für die Auswertung wurde somit weitgehend die arithmetische Mittelhöhe benutzt, die in der Jugendphase ein zuverlässiger Weiser für den Vergleich von Populationen ist. Die bei der Auswertung von Versuchen höheren Alters häufig benutzte Oberhöhe stützt sich auf die Messung der Durchmesser, die wegen des geringen Alters nicht vorgenommen wurde (Abschn. 321). Die Herleitung der Oberhöhen war deshalb nicht möglich.

### Kernprovenienzen

Bei einer Grenzdifferenz (GD 5%) der Mittelwerte von 10,6 cm für die Aufnahme 1970 (Übers. 6) ist Westerhof 53 allen übrigen Kernprovenienzen im Höhenwuchs gesichert überlegen, obwohl diese Provenienz nur 1960 ausgesät wurde und damit ein Jahr jünger ist als die meisten übrigen Provenienzen des Versuches. Die gemessene Durchschnittshöhe liegt um 16,7 % über dem Versuchsmittel, während die Provenienz Zwiesel V mit dem geringsten Höhenwuchs nur 80,5 % des Gesamtmittelwertes erreicht. Zwischen diesen beiden Provenienzen zeichnen sich drei Gruppen ab, die in sich verhältnismäßig geringe Schwankungen der Mittelhöhen (8,6 - 9,6 cm) aufweisen, während die Unterschiede zwischen den Gruppen die Grenzdifferenz übersteigen. Die Gruppe der Provenienzen mit guter Wuchsleistung umfaßt neben Rothenkirchen alle nicht-autochthonen Kernprovenienzen aus dem Herkunftsgebiet Westdeutsches Bergland. Zur Gruppe der Provenienzen mit mittlerem Höhenwuchs zählen die Hochlagenprovenienzen von Harz, Thüringer Wald, Bayerischem Wald und Alpen, während die Schwarzwald-Provenienzen die Gruppe der geringwüchsigen bilden (Übers. 6).

Bei der Beurteilung der Provenienz Baltischer Landrücken muß der Altersunterschied von zwei Jahren berücksichtigt werden. Ein Vergleich der Mittelwerte dieser Provenienz für die Aufnahmen 1967, 1970 und 1972 zeigt eine nahezu lineare Höhenentwicklung (Abb. 10).

Provenienzmittelwerte 1970 und 1972

| 1 9 7 0              |                                    |                                           | 1 9 7 2              |                                    |                                           |
|----------------------|------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------|------------------------------------|-------------------------------------------|
| Provenienz           | Versuchs-<br>mittel-<br>höhe<br>cm | Absicherung<br>GD <sub>5%</sub> = 10,6 cm | Provenienz           | Versuchs-<br>mittel-<br>höhe<br>cm | Absicherung<br>GD <sub>5%</sub> = 16,6 cm |
| Westerhof 53         | 265,1                              |                                           | Westerhof 53         | 377,7                              | I                                         |
| Rothkirchen          | 252,4                              | I                                         | Rötgen               | 361,8                              | I                                         |
| Chausseehaus         | 249,0                              |                                           | Chausseehaus         | 357,0                              | I                                         |
| Rötgen               | 248,0                              |                                           | Rothkirchen          | 356,6                              |                                           |
| Lauterbach           | 244,8                              |                                           | Stryck               | 352,5                              |                                           |
| Stryck               | 242,8                              | I                                         | Lauterbach           | 347,1                              | I                                         |
| <u>Versuchsmitt.</u> | <u>227,2</u>                       | ⊕                                         | Oderhaus             | 332,7                              | I I                                       |
| Oderhaus             | 226,9                              | I                                         | <u>Versuchsmitt.</u> | <u>327,5</u>                       | ⊕                                         |
| Oberhof              | 225,6                              |                                           | Valle di Fiemme      | 320,9                              |                                           |
| Valle di Fiemme      | 222,6                              |                                           | Oberhof              | 320,6                              |                                           |
| Zwiesel I            | 221,1                              |                                           | Zwiesel I            | 320,2                              |                                           |
| Reit im Winkl        | 217,6                              | I I                                       | Reit im Winkl        | 320,0                              | I I                                       |
| Balt.Landr.          | 207,0                              | I                                         | Balt.Landr.          | 306,4                              | I                                         |
| Lenzkirch            | 205,0                              |                                           | Lenzkirch            | 293,3                              | I                                         |
| Schluchsee           | 198,4                              |                                           | Schluchsee           | 281,0                              | I                                         |
| Zwiesel V            | 182,8                              |                                           | Zwiesel V            | 264,8                              | I                                         |

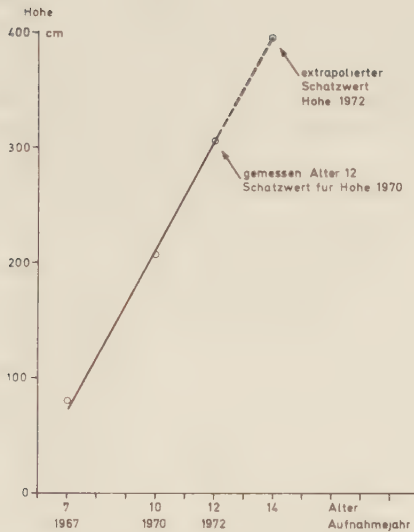


Abb. 10 Höhenentwicklung der Provenienz Baltischer Landrücken im Alter 7 - 12 und Extrapolation für Höhe Alter 14

Zum Vergleich kann daher für 1970 die im Alter 12 gemessene Mittelhöhe von 306,4 cm verwendet werden und für die Mittelhöhe im Alter 14 ergibt sich durch lineare Extrapolation ein Wert von 396 cm. Da in dieser Altersphase bei Fichte der Höhepunkt des jährlichen Höhenzuwachses noch nicht überschritten ist, kann diese Vergleichshöhe als unterer Schätzwert angesehen werden.

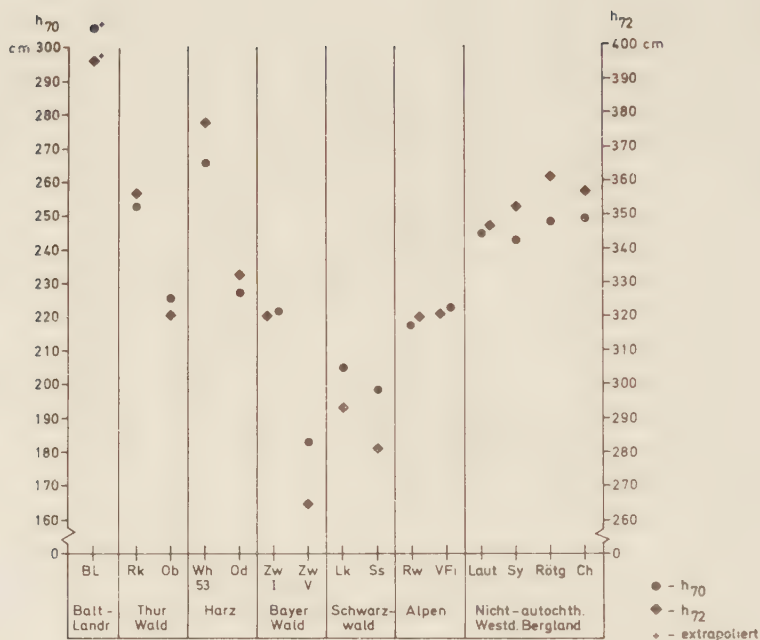


Abb. 11 Gesamtmittelhöhen der Kernprovenienzen 1970 und 1972

Damit liegt die Höhenwuchsleistung über der von Westerhof 53. Baltischer Landrücken und Westerhof 53 können daher als eine Provenienzgruppe mit hervorragender Höhenwuchsleistung angesprochen werden, die deutlich der aller anderen Provenienzen des Versuches überlegen ist. Nur unter den standörtlichen Bedingungen des Hunsrück bleibt Westerhof 53 in der Wuchsleistung zurück, eine Erscheinung, für die aus dem vorliegenden Material keine Erklärung gegeben werden kann.

Die Ergebnisse der Stichprobenaufnahme 1972 (systematische Probenahme von 10 Bäumen je Parzelle) sind zwar gegenüber der Aufnahme 1970 durch  $GD_5\% = 16,6$  cm mit einem größeren Streurahmen gekennzeichnet, die Gruppierung ändert sich jedoch nur geringfügig (Übers. 6 und Abb. 11). Innerhalb der Gruppen treten geringe Verschiebungen auf. Rötgen zeigt eine bessere Höhenwuchsleistung als die übrigen "wüchsigen" Provenienzen und unterscheidet sich nicht gesichert von Westerhof 53. Demgegenüber sinken Rothenkirchen und Lauterbach etwas ab. Insgesamt gesehen wird durch die Aufnahme 1972 die Gruppierung des Jahres 1970 bestätigt und da sich für die Aufnahme 1967 (Anl. 4) im wesentlichen die gleiche Gruppenbildung ergibt, wird auf deren Darstellung verzichtet.

#### Ergebnis

| Höhenwuchsleistung | Provenienzen                                                 |
|--------------------|--------------------------------------------------------------|
| hervorragend       | Baltischer Landrücken, Westerhof 53                          |
| gut                | Rothenkirchen, Chausseehaus, Rötgen, Lauterbach, Stryck      |
| mittel             | Oderhaus, Oberhof, Valle di Fiemme, Zwiesel I, Reit im Winkl |
| gering             | Lenzkirch, Schluchsee                                        |
| sehr gering        | Zwiesel V (Plattenfichtengemisch)                            |

### Randprovenienzen

Da die Randprovenienzen nicht gleichmäßig auf allen Versuchsflächen angebaut sind, ist der Durchschnittswert für den Gesamtversuch kein aussagefähiges Zuordnungsmerkmal. Für jede Versuchsfläche ist jedoch die Zuweisung zu einer der angeführten Gruppen der Kernprovenienzen möglich, da sich diese eindeutig unterscheiden. Die Zuordnung wurde für jedes Aufnahmejahr getrennt durchgeführt und die Randprovenienz insgesamt der Gruppe zugeteilt, in die sie bei den Einzelvergleichen am häufigsten eingestuft worden war.

### Gruppenzugehörigkeit der Randprovenienzen

| Provenienz    | Gruppenzuordnung |        |        | Höhenwuchsleistung |
|---------------|------------------|--------|--------|--------------------|
|               | 1967             | 1970   | 1972   | insgesamt          |
| Cottbus       | gut              | gut    | gut    | gut                |
| Westerhof 78  | gut              | gut    | gut    | gut                |
| Partenkirchen | gering           | gering | gering | gering             |
| Val Visdende  | mittel           | mittel | mittel | mittel             |
| Kastellaun    | gut              | gut    | gut    | gut                |
| Dieburg       | gut              | mittel | gut    | gut                |
| Burgjoß       | sehr ger.        | gering | gering | gering             |

Insgesamt fügen sich die Randprovenienzen gut in den aufgeführten Provenienzrahmen ein, zu beachten ist jedoch, daß Westerhof 78 keinen hervorragenden Höhenwuchs zeigt und daher in die Gruppe der Provenienzen mit guter Wuchsleistung einzuordnen ist. Partenkirchen zeigt ebenfalls im Vergleich zu den anderen Alpen-Provenienzen geringe Leistungen und ist den Schwarzwald-Provenienzen (Gruppe gering wüchsig) zuzuordnen. Der hiermit vergleichbare Höhenwuchs von Burgjoß steht im Gegensatz zu den guten Wuchsleistungen der übrigen nicht-autochthonen Provenienzen des Versuches und weist auf die Problematik der phänotypischen Auswahl von Saatguterntebeständen und deren Zusammenfassung zu einer Herkunft hin.

### Streuungskomponenten

Für die Gesamtbeurteilung von Provenienzunterschieden ist es notwendig festzustellen, in welchem Verhältnis Provenienzen, Versuchsorte, Wechselwirkungen zwischen beiden und Versuchsfehler (Restvarianz) an der Gesamtstreuung beteiligt sind. Die Varianzanalysen mit mehrfacher Besetzung für die drei Aufnahmejahre (Anl. 8) zeigen, daß alle Streuungskomponenten hochsignifikant ( $P = 0,1 \%$ ) gesichert sind und innerhalb des beobachteten Zeitraumes nahezu gleich bleiben.

#### Varianzkomponenten-Höhe (in Prozenten)

| Varianzursache                   | 1967 | 1970 | 1972 |
|----------------------------------|------|------|------|
| Provenienzen                     | 14,3 | 15,3 | 12,1 |
| Versuchsorte                     | 66,8 | 63,4 | 65,3 |
| Wechselwirkungen<br>Prov. x Orte | 6,6  | 8,6  | 5,2  |
| Rest                             | 12,3 | 12,7 | 17,4 |

Der hohe Anteil der Versuchsorte an der Gesamtvarianz bringt die breite standörtliche Streuung der Flächenanlage zum Ausdruck. Die geringe Bedeutung der Wechselwirkungen zeigt, daß in der untersuchten Altersspanne die Provenienzen weitgehend gleichsinnig auf die wechselnden Wuchsbedingungen reagieren. Der höhere Anteil der Reststreuung im Jahr 1972 dürfte auf den Stichprobencharakter der Aufnahme zurückzuführen sein.

### Provenienz- und Altersvergleich

Das in den Varianzanalysen ausgedrückte allgemein sehr ähnliche Höhenwachstum der Provenienzen kann im einzelnen dadurch überprüft werden, daß die Versuchsflächenmittelwerte von je zwei Provenienzen zueinander in Beziehung gesetzt werden. Der Korrelationskoeffizient gibt dann den Grad des Zusammenhanges zwischen ihnen an. Für die Aufnahme 1970 sind alle Korrelationskoeffizienten hochsignifikant

(Irrtumswahrscheinlichkeit unter 0,1 %) gesichert und betragen im Durchschnitt  $r = 0,90$  (Anl. 9). Nur in Einzelfällen unterschreiten sie  $r = 0,80$ . Der Zusammenhang zwischen zwei Provenienzen wird dabei stets am günstigsten durch eine lineare Regression erfaßt. Eine Überprüfung der Korrelationskoeffizienten für die Aufnahmen 1967 und 1972 hat das gleiche Ergebnis. Hiermit zeigt sich, daß der Zusammenhang der Höhen von zwei Provenienzen im Durchschnitt mit einem Bestimmtheitsmaß von über 0,8 gekennzeichnet ist und damit über 80 % der Variabilität der einen Provenienz durch die der anderen erfaßt werden können.

Der konstante und enge Zusammenhang sowohl zwischen den Höhen der Provenienzen untereinander als auch mit den Versuchsflächenmittelwerten tritt in Abbildung 12 klar hervor. Die fünf dargestellten Provenienzen sind nach ihrer Wüchsigkeit abgestuft und stellen mit Westerhof 53 als Beispiel für hervorragende Wuchsleistung und Schluchsee sowie Zwiesel V als Beispiele für geringen und sehr geringen Höhenwuchs den gesamten, verhältnismäßig engen Streurahmen des Versuches dar.

Für die Ausarbeitung von Anbauempfehlungen ist die zuverlässige Erfassung von Provenienzenunterschieden in einem möglichst frühen Entwicklungsstadium von ausschlaggebender Bedeutung. Nachdem sich für Fichtenprovenienzen im Alter 12 ein sehr enger Zusammenhang der Höhenentwicklung ergeben hat, ist zu prüfen, wie eng die Beziehung zwischen der Höhe am Ende der Anzuchtphase (Alter 5) und der während der Jungwuchsphase ist. Da die Bezugsgröße (Höhe 1963, Alter 5) noch stark vom Aussaatjahr beeinflusst ist (Abschn. 412) können nur die 1959 ausgesäten 13 Provenienzen verglichen werden (Abb. 13).

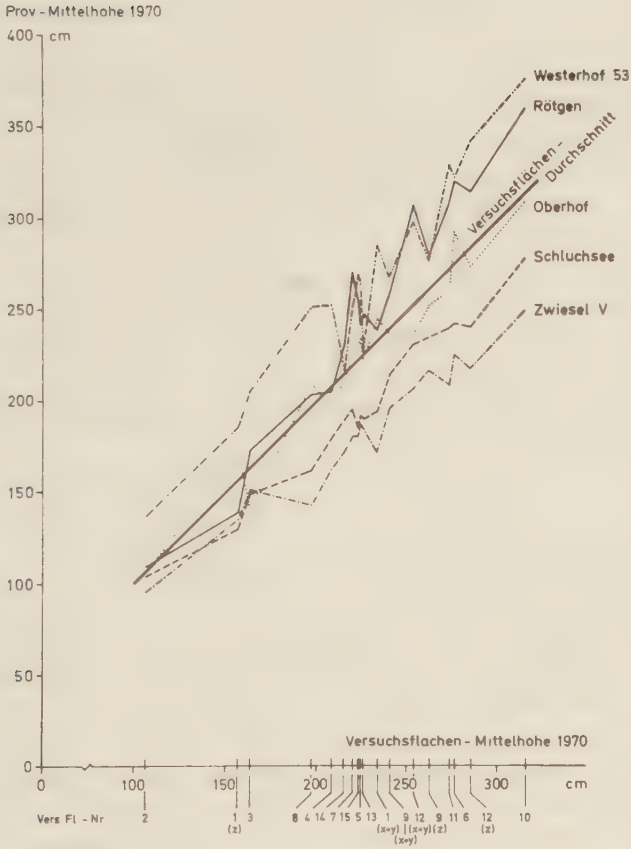


Abb. 12 Versuchsflächenmittelhöhen 1970 von fünf charakteristischen Provenienzen

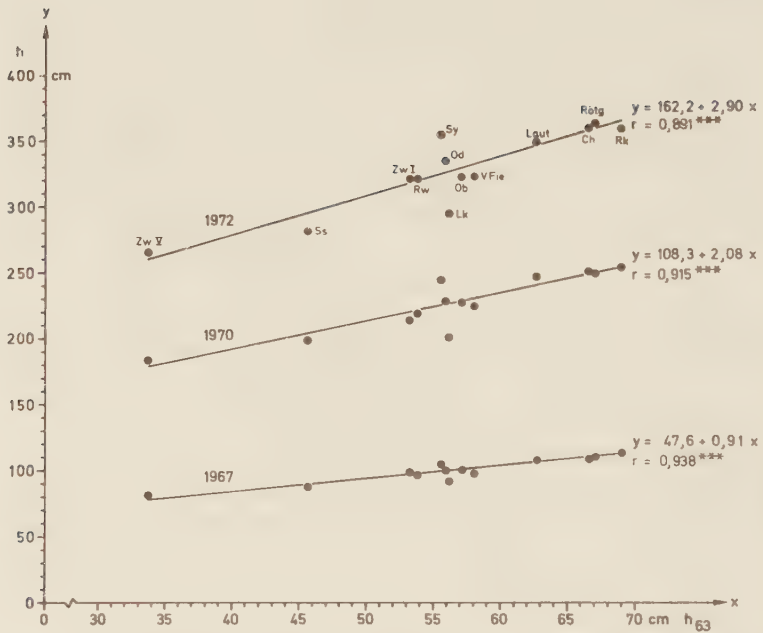


Abb. 13 Abhängigkeit der Höhenentwicklung im Jungwuchsstadium (1967, 1970, 1972) von der Pflanzenhöhe am Ende der Anzuchtphase (1963)

Für den Zusammenhang zwischen der Höhe 1963 und den Höhen 1967 (Alter 9), 1970 (Alter 12) und 1972 (Alter 14) sind nach der Überprüfung der Linearität folgende Regressionen maßgebend:

$$\begin{aligned}
 \text{Höhe 72} &= 162,2 + 2,90 \cdot \text{Höhe 63} & ; & \quad r = 0,891^{***} \\
 \text{Höhe 70} &= 108,3 + 2,08 \cdot \text{Höhe 63} & ; & \quad r = 0,915^{***} \\
 \text{Höhe 67} &= 47,6 + 0,91 \cdot \text{Höhe 63} & ; & \quad r = 0,938^{***}
 \end{aligned}$$

Die sehr hohen Korrelationskoeffizienten zeigen, daß auch im Alter 14 noch 80 % der Streuung der Durchschnittshöhe der Provenienzen durch die Unterschiede der Höhen im Alter 5 erklärt werden können.

### Ergebnis

Die Höhen der Provenienzen auf den Versuchsflächen stehen in einem sehr engen Zusammenhang, so daß von der durchschnittlichen Höhenentwicklung einer Provenienz mit ausreichender Sicherheit auf die einer anderen geschlossen werden kann.

Die straffe Korrelation und lineare Beziehung zwischen der Pflanzengröße der Provenienzen im Alter 5 und ihren durchschnittlichen Höhen im Alter 9, 12 und 14 erlauben es, mit hoher Wahrscheinlichkeit von der Höhe am Ende der Anzuchtphase auf die Höhenentwicklung während des Jungwuchsstadiums zu schließen.

## 4131.3 Leistungsstabilität

### Modell FINLAY-WILKINSON

Da der Phänotyp Ausdruck der genetischen Veranlagung und der jeweiligen Umweltverhältnisse ist, erfordert die Erfassung der Wechselwirkungen zwischen diesen beiden Komponenten einen vergleichsfähigen Anbau der Provenienzen an verschiedenen Orten. Für die Beurteilung der Anpassungsfähigkeit der einzelnen Provenienzen ist ein quantitativer Gesamtvergleich notwendig. FINLAY und WILKINSON (1963) gehen bei ihrem Modell der Anpassungsanalyse von der Annahme aus, daß der Versuchsflächen-Mittelwert von zahlreichen Prüfgliedern (Sorten, Provenienzen) Ausdruck der standörtlichen Leistungsfähigkeit ist und daher als Bezugsgröße für die Beurteilung der einzelnen Prüfglieder benutzt werden kann. Die bei Provenienz- und Altersvergleichen im vorhergehenden Abschnitt 4131.2 dargestellten Zusammenhänge rechtfertigen die Verwendung dieses Modells bei der Auswertung des vorliegenden Versuchsmaterials.

Für die Ermittlung der Anpassungsfähigkeit nach dem Modell FINLAY-WILKINSON werden die Prüfgliedmittelwerte je Versuchsfläche

zu den jeweiligen Versuchsflächenmittelwerten in Beziehung gesetzt und der Zusammenhang ist gegebenenfalls durch Transformation als lineare Regression darzustellen. Der Regressionskoeffizient ist dann ein Ausdruck für die Leistungsstabilität, die aber stets in Verbindung mit der absoluten Wuchsleistung zu werten ist. Bei einem Wert um 1,0 entspricht die Leistung des Prüfgliedes dem jeweiligen Versuchsmittel und ist daher durchschnittlich stabil. Regressionskoeffizienten über 1,0 bedeuten, daß ein Prüfglied geringe Leistungsstabilität besitzt und unter günstigen Standortbedingungen überdurchschnittliche Leistungen erbringt, auf ungünstigen Standorten aber den Durchschnitt nicht erreicht. Prüfglieder mit einem Regressionskoeffizienten unter 1,0 sind in ihrer Leistung von den Standortbedingungen weitgehend unabhängig, sie sind damit an schlechte Standorte angepaßt, haben jedoch nicht die Fähigkeit auf gute Standortverhältnisse durch höhere Leistung zu reagieren.

Werden die Kernprovenienzen zu den jeweiligen Versuchsflächenmittelwerten in Beziehung gesetzt, ergeben sich für die drei Aufnahmejahre mit vereinzelten Ausnahmen stets lineare Regressionen, deren Regressionskoeffizienten ( $b$ ) immer mit 0,1 % Irrtumswahrscheinlichkeit abgesichert sind. Anlage 10 zeigt, daß die Regressionskoeffizienten mit Ausnahme von Zwiesel V zwischen 0,86 und 1,27 liegen. Damit treten bei den untersuchten Fichtenprovenienzen keine Prüfglieder mit sehr geringer Leistungsstabilität auf, während bei vergleichbaren Untersuchungen für Lärche (DIETZE 1974) die Regressionskoeffizienten bis  $b = 1,44$  ansteigen und für Pappel (FRÖHLICH und GROSSCURTH 1973) bis  $b = 1,83$ . Die Erläuterung der Ergebnisse kann auf ein Jahr beschränkt werden, da ein Vergleich der Aufnahmejahre zeigt, daß bei dem vorliegenden Untersuchungsmaterial die Regressionskoeffizienten verhältnismäßig gering und nicht in bestimmter Richtung schwanken. Nur für Stryck und Baltischer Landrücken ist eine steigende und für Chausseehaus eine fallende Tendenz festzustellen.

In Abbildung 14 sind die Regressionsgeraden für sieben ausgewählte Provenienzen für 1970 dargestellt.

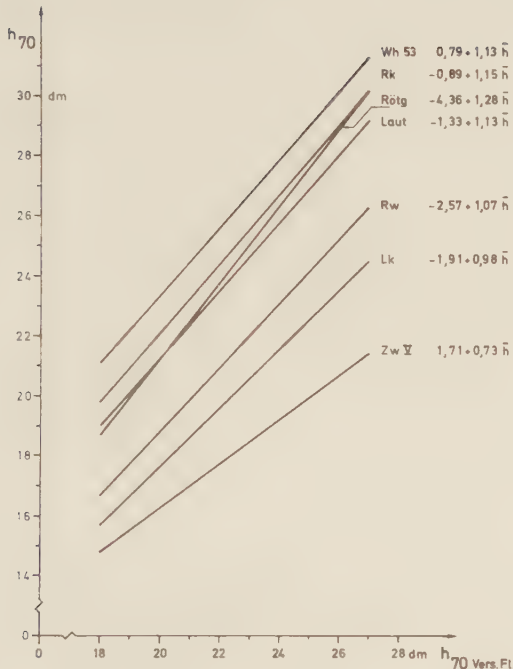


Abb. 14 Modell FINLAY-WILKINSON  
Abhängigkeit der Höhenentwicklung von sieben charakteristischen Provenienzen von der des Gesamtversuches

In dem angeführten eingeeengten Rahmen der Werte der Regressionskoeffizienten repräsentiert Rötgen Provenienzen mit ausgeprägter Fähigkeit auf gute Standortsverhältnisse durch hohe Leistung zu reagieren. Westerhof 53, Rothenkirchen und Lauterbach kennzeichnen Provenienzen mit einer Reaktionsnorm, die bei günstigem Standort zu wesentlichen Mehrleistungen führt, während Lenzkirch und Reit im Winkl Prüfglieder mit durchschnittlicher Leistungsstabilität zeigen und Zwiesel V Provenienzen mit Anpassung an schlechte Standortsverhältnisse darstellt.

Für einen Vergleich der durchschnittlichen Regressionskoeffizienten mit den durchschnittlichen Höhenwuchsleistungen (ohne Baltischer Landrücken) gelten bei gleicher Gruppenbildung wie in Abschnitt 4131.2 folgende Werte:

| Gruppe                                                      | Durchschnitt           |                |
|-------------------------------------------------------------|------------------------|----------------|
|                                                             | $\bar{h}_{70}$<br>(cm) | $\bar{b}_{70}$ |
| Westerhof 53                                                | 265,1                  | 1,129          |
| Rothenkirchen, Chausseehaus,<br>Rötgen, Lauterbach, Stryck  | 247,4                  | 1,113          |
| Oderhaus, Oberhof, Valle di<br>Fiemme, Zwiesel I, Reit i.W. | 222,8                  | 0,972          |
| Lenzkirch, Schluchsee                                       | 201,7                  | 0,929          |
| Zwiesel V                                                   | 182,8                  | 0,727          |

Durchschnittshöhe und Regressionskoeffizient der Gruppen entsprechen sich gut. Dies bedeutet, daß im allgemeinen mit steigender Durchschnittshöhe die Leistungsstabilität abnimmt, ein Zusammenhang, der von FINLAY und WILKONSON (1963) betont wird. Nach diesem Modell bringt eine Darstellung der Regressionskoeffizienten der Prüfglieder über ihren Durchschnittshöhen diese Wechselwirkung klar zum Ausdruck. In der Abbildung 15 nimmt die Leistungsfähigkeit in Abszissenrichtung zu, nahe der Ordinate sind die geringwüchsigen Proveniezen zu finden. Oberhalb der Linie für  $b = 1,0$  sind Provenienzen mit geringer Leistungsstabilität zu finden, während unterhalb dieser Linie die überdurchschnittlich stabilen Provenienzen stehen. Hohe Leistung und vertretbare Leistungsschwankung sind nach Abbildung 15 bei den Provenienzen der Gruppe mit hervorragender und guter Wuchsleistung vereint, von denen nur Rötgen eine weit überdurchschnittliche Instabilität aufweist.

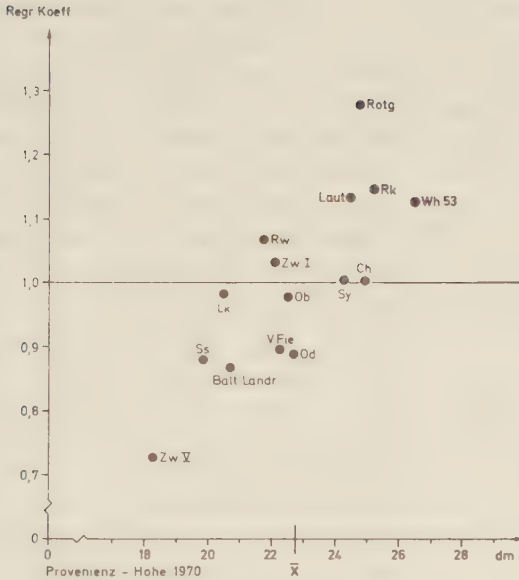


Abb. 15 Modell FINLAY-WILKINSON

Zusammenhang zwischen Adaptationsfähigkeit  
(Regressionskoeffizient) der Kernprovenienzen  
und ihren Gesamtmittelhöhen (Alter 12)

Diese Provenienzen erscheinen daher für mittlere und gute Fichtenstandorte geeignet. Die Provenienzen der Gruppe mit durchschnittlicher Leistungsfähigkeit lassen mittlere bis überdurchschnittliche Stabilität erwarten. Besonders zu beachten ist die Provenienz Oderhaus, die verhältnismäßig hohe Leistung mit sehr guter Stabilität verbindet.

### Modell WRICKE

WRICKE (1965) wies darauf hin, daß die Regressionskoeffizienten nach dem Modell von FINLAY-WILKINSON das Verhältnis der Leistung der Prüfglieder zu den jeweiligen Ortsdurchschnitten erfassen, jedoch kein Ausdruck für die Schwankungen der einzelnen Orte um die Regressionsgeraden gegeben ist. WRICKE schlägt vor, zur Kennzeichnung der Anpassungsfähigkeit von Prüfgliedern die in ihrem Anteil an der Interaktionsvarianz Genotyp/Umwelt erfaßte Maßzahl als "Ökovalenz" zu bezeichnen. Die Herleitung der Interaktions-Anteile der Prüfglieder erfolgt nach der Formel:

$$W_i = \sum_j \left( x_{ij} - \frac{x_i}{q} - \frac{x_j}{p} + \frac{x_{..}}{p \cdot q} \right)^2$$

Hierbei bedeuten:

|          |   |                                                            |
|----------|---|------------------------------------------------------------|
| p        | = | Anzahl der Provenienzen                                    |
| q        | = | Anzahl der Versuchsorte                                    |
| $x_{ij}$ | = | Höhe der i-ten Provenienz am j-ten Versuchsort             |
| $x_j$    | = | Summe der Höhen aller Provenienzen am j-ten Versuchsort    |
| $x_i$    | = | Summe der Höhen der i-ten Provenienz für alle Versuchsorte |
| $x_{..}$ | = | Summe aller Höhen                                          |

Je niedriger der Anteil einer Provenienz an der Interaktionsvarianz ist, desto höher ist ihre Adaptionsefähigkeit.

Bei einem Vergleich der Ökovalenzen für die drei Aufnahmejahre (Übers. 7) ist die unterschiedliche Probenahme im Jahre 1972 zu berücksichtigen. Für die beiden voll vergleichsfähigen Aufnahmen sind keine wesentlichen Änderungen festzustellen. Eine Ausnahme bildet Westerhof 53, das durch eine Abnahme des Interaktionsanteiles gekennzeichnet ist.

Übersicht 7

Ökovalenzen

| Provenienz      | 1967    |       | 1970    |       | 1972    |       |
|-----------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
|                 | absolut | %     | absolut | %     | absolut | %     |
| Rothenkirchen   | 0,0811  | 6,3   | 0,3272  | 5,2   | 1,1293  | 7,4   |
| Oberhof         | 0,0408  | 3,2   | 0,2239  | 3,6   | 0,9774  | 6,4   |
| Zwiesel I       | 0,0969  | 7,5   | 0,4765  | 7,6   | 0,8086  | 5,3   |
| Zwiesel V       | 0,0518  | 4,0   | 0,4599  | 7,3   | 0,7138  | 4,7   |
| Westerhof 53    | 0,1639  | 12,8  | 0,5320  | 8,4   | 0,8659  | 5,6   |
| Oderhaus        | 0,0706  | 5,5   | 0,3664  | 5,8   | 1,0818  | 7,1   |
| Lenzkirch       | 0,0277  | 2,2   | 0,1737  | 2,8   | 0,6276  | 4,1   |
| Schluchsee      | 0,0368  | 2,9   | 0,1688  | 2,7   | 0,5110  | 3,3   |
| Reit im Winkl   | 0,0398  | 3,1   | 0,2465  | 3,9   | 1,1584  | 7,6   |
| Valle di Fiemme | 0,0866  | 6,7   | 0,4075  | 6,5   | 0,7244  | 4,7   |
| Lauterbach      | 0,0775  | 6,0   | 0,4364  | 6,9   | 1,4454  | 9,4   |
| Stryck          | 0,1884  | 14,7  | 0,9834  | 15,6  | 1,5716  | 10,2  |
| Rötgen          | 0,1620  | 12,6  | 0,6649  | 10,6  | 2,0801  | 13,6  |
| Chausseehaus    | 0,0491  | 3,8   | 0,2204  | 3,5   | 0,8326  | 5,4   |
| Balt.Landrücken | 0,1122  | 8,7   | 0,6102  | 9,6   | 0,8038  | 5,2   |
| Insgesamt       | 1,2852  | 100,0 | 6,2977  | 100,0 | 15,3317 | 100,0 |

Durch einen verhältnismäßig hohen Interaktionsanteil und damit eine hohe Streuung der Einzelwerte um die Regressionsgerade sind Stryck, Rötgen, Westerhof 53 und Baltischer Landrücken gekennzeichnet. Wegen der besonderen Herleitung der Auswertungseinheit Baltischer Landrücken ist für diese das Ergebnis jedoch nur begrenzt aussagefähig. Sehr geringe Interaktionsanteile weisen die Schwarzwald-Provenienzen Lenzkirch und Schluchsee auf. Für die Interpretation der Prozentwerte der Ökovalenzen ist zu beachten, daß nach dem Modell von WRICKE die Interaktionsvarianz Genotyp/Umwelt unabhängig von ihrem Anteil an der Gesamtvarianz aufge-

gliedert wird. Bei einem hohen Anteil der Interaktionsvarianz, wie beispielsweise bei Lärche (DIETZE 1974), hat diese Anteilsberechnung eine viel größere Bedeutung als bei dem vorliegenden Fichtenmaterial, bei dem insgesamt nur 5 - 9 % auf Interaktionen entfallen.

#### Gesamtbeurteilung

Durch die Varianzanalysen wird festgestellt, in welchem Umfang sich die Provenienzen gesichert unterscheiden, während nach dem Modell FINLAY-WILKINSON ihre Leistungsstabilität geprüft und nach dem Modell WRICKE der Streuungsanteil der Provenienzen an den Wechselwirkungen Provenienz/Versuchsort ermittelt wird. Keine dieser Aussagen kann isoliert als Beurteilungsmaßstab dienen. Eine zusammenfassende Betrachtung führt zu folgendem Ergebnis:

- Hervorragende Wuchsleistung zeigt die autochthone Provenienz Westerhof 53, aufgrund extrapolierter Werte kann diese für Balterischer Landrücken ebenfalls als gesichert angesehen werden. Die Wuchsüberlegenheit von Westerhof 53 tritt besonders auf optimalen Standorten hervor (Bieber, Ober-Ramstadt, Nentershausen).
- Die autochthonen Provenienzen Rothenkirchen, Cottbus und Westerhof 78 sowie die nicht-autochthonen Rötgen, Chausseehaus, Lauterbach, Stryck, Dieburg und Kastellaun sind durch allgemein überdurchschnittliche Wuchsleistungen gekennzeichnet, dabei haben Rötgen, Rothenkirchen und Lauterbach ein gutes Anpassungsvermögen an optimale Standortverhältnisse (Bieber, Ober-Ramstadt, Nentershausen).
- Durchschnittliche Wuchsleistungen verbinden sich bei den autochthonen Provenienzen Oderhaus, Oberhof, Zwiesel I, Reit im Winkl, Valle di Fiemme und Val Vissdende mit teilweise guter Anpassungsfähigkeit (Oderhaus, Valle di Fiemme) an ungünstigere Standortverhältnisse (Hofbieber, Hatzfeld, Idar-Oberstein).

- Geringer Höhenwuchs ist charakteristisch für die autochthonen Provenienzen Lenzkirch, Schluchsee, Partenkirchen und Zwiesel V sowie die nicht-autochthone Provenienz Burgjoß.

#### 4131.4 Versuchsflächenunterschiede

Die Versuchsflächenmittelhöhen liegen 1970 zwischen 1,06 m (Hofbieber) und 3,16 m (Ober-Ramstadt) und schwanken damit zwischen 47 % und 139 % des Gesamtmittelwertes. Wird die als Extremtest angelegte Fläche Hofbieber nicht berücksichtigt, liegt die niedrigste Fläche bei 69 % des Gesamtmittelwertes. Für die übrigen Aufnahmejahre ergeben sich relative Schwankungen gleicher Größenordnung (Übers. 8).

Die weitgehende Absicherung der Unterschiede zwischen Gruppen von ein bis drei Versuchsflächen zeigt, daß entsprechend der Zielsetzung des Versuches eine gleichmäßig verteilte Erfassung der typischen Fichten-Standorte erfolgt ist und daß der Standort erheblich die durchschnittliche Höhenwuchsleistung beeinflusst. Die Gegenüberstellung der Übersichten 6 und 8 ist zugleich ein Ausdruck der errechneten Varianzkomponenten, nach denen der Anteil der Provenienzen an der Gesamtvarianz nur ein Viertel des Anteiles der Versuchsorte beträgt.

Nach den Angaben in Abschnitt 212 sind die allgemeinen Wuchsbedingungen auf den Versuchsflächen Hofbieber, Dieburg und Harsefeld langfristig als ungünstig für Fichte anzusehen. Es liegt daher nahe zu klären, wie sich ein Ausscheiden dieser drei Versuchsflächen auf die Interpretation des Versuches auswirken würde. In Anlage 11 ist zusammengestellt, in welchem Verhältnis sich die Provenienzmittelwerte verändern, wenn nur die Versuchsfläche Hofbieber oder die Flächen Hofbieber, Dieburg und Harsefeld gemeinsam ausgeschieden werden. Zur Veranschaulichung sind die Mittelwerte der Provenienzen für den Gesamtversuch als Bezugsgröße (100 %) gewählt und die sich bei wechselnder Kombination der Versuchsorte ergebenden Provenienzmittelhöhen als Prozentwerte dargestellt.

Übersicht 8

Mittelhöhen der Versuchsorte 1970

| Versuchsort |                  | Mittelhöhe<br>cm | Absicherung $GD_{5\%} = 11,6 \text{ cm}$ |
|-------------|------------------|------------------|------------------------------------------|
| 10          | Ober-Ramstadt    | 315,8            |                                          |
| 12(Z)       | Nentershausen II | 285,5            | I                                        |
| 6           | Bieber           | 276,9            |                                          |
| 11          | Nentershausen I  | 274,0            |                                          |
| 9(Z)        | Chausseehaus     | 262,6            | I                                        |
| 12(XY)      | Nentershausen II | 254,1            |                                          |
| 9(XY)       | Chausseehaus     | 240,8            | I                                        |
| 1(XY)       | Reinhardshagen   | 234,4            |                                          |
|             | Versuchsmittel   | 227,2            | ⊕                                        |
| 13          | Hermeskeil       | 226,2            |                                          |
| 5           | Königstein       | 225,1            |                                          |
| 15          | Harselfeld       | 224,2            |                                          |
| 7           | Dieburg          | 220,6            | I                                        |
| 14          | Idar-Oberstein   | 215,4            |                                          |
| 4           | Hatzfeld         | 208,9            |                                          |
| 8           | Homberg          | 198,0            | I                                        |
| 3           | Willingen        | 163,6            |                                          |
| 1(Z)        | Reinhardshagen   | 157,1            | I                                        |
| 2           | Hofbieber        | 106,5            |                                          |

Wie Abbildung 16 zeigt, führt das Ausscheiden der Fläche Hofbieber für die Mittelhöhen zu einer für alle Provenienzen gleichmäßigen Erhöhung von 3 %, während ein Ausscheiden der weiteren Versuchsflächen ohne Einfluß ist. Die Rangfolge der Provenienzen bleibt ohne Änderung erhalten (Anl. 11). Die standörtlichen Unterschiede der Versuchsflächen wirken sich offensichtlich im untersuchten Jungwuchsalter auf das Verhältnis der Wuchsleistungen der Provenienzen untereinander nur sehr gering aus.

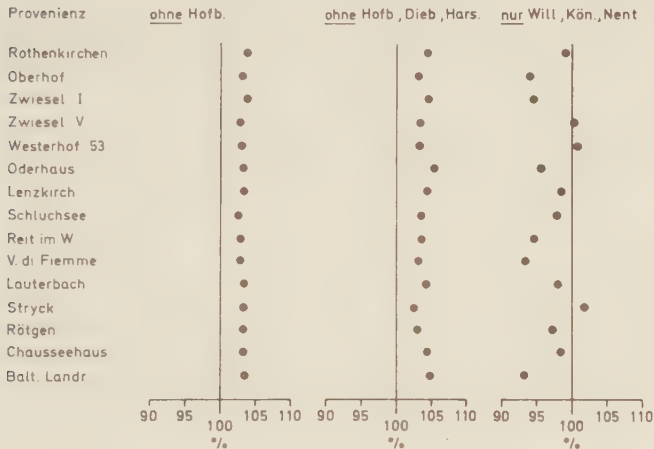


Abb. 16 Provenienzmittelhöhen 1970 bei wechselnder Kombination der Versuchsorte als Prozentsatz ihrer Mittelhöhen bei Berücksichtigung aller Versuchsorte (= 100 %)

Als Extremfall für die Verringerung der Versuchsflächen sind auch die Prozentwerte dargestellt, die sich bei einer Beschränkung des Versuches auf je einen typischen Fichten-Standort hoher, mittlerer und niedriger Wuchsleistung (Nentershausen, Königstein, Willingen) ergeben würden. Die Abweichungen betragen für alle Provenienzen weniger als 7 % und es würde sich die gleiche Gruppenbildung wie

bei der vorliegenden Auswertung des Gesamtversuches ergeben. Die Rangfolge der Provenienzen wäre ebenfalls weitgehend gleich, nur in der Gruppe der nicht gesichert unterschiedenen Sonderherkünfte Lauterbach, Stryck, Rötgen und Chausseehaus würden sich geringe Verschiebungen ergeben. Die grundsätzlichen Aussagen des Versuches könnten daher bereits aufgrund der drei genannten Versuchsflächen hergeleitet werden.

Neben dem Verhältnis zwischen den Versuchsflächen ist die Möglichkeit einer Änderung der durchschnittlichen Wuchsleistung der gleichen Fläche mit zunehmendem Alter zu prüfen. Durch die Herleitung von Rangkorrelationen nach SPEARMAN kann bei einem Zeitvergleich der Versuchsflächenmittelmerte der Einfluß der absoluten Größe dieser Werte eliminiert werden. Die Rangkorrelationskoeffizienten für die Aufnahmen 1967, 1970 und 1972 betragen:

|                       |                     |
|-----------------------|---------------------|
| Rang 1967 - Rang 1970 | $r_s = 0,979^{***}$ |
| Rang 1967 - Rang 1972 | $r_s = 0,981^{***}$ |
| Rang 1970 - Rang 1972 | $r_s = 0,981^{***}$ |

Bei der Beurteilung dieser Größen ist zu berücksichtigen, daß sie nur eine Altersspanne von 5 Jahren (Alter 9 - 14) erfassen, die jedoch durch rasches Höhenwachstum gekennzeichnet ist. Sie bestätigen, daß für die im Versuch repräsentierten Standorte sich in diesem Zeitraum keine Veränderung des Wuchspotentials für die Fichte nachweisen läßt.

### Ergebnis

Im Jungwuchsstadium ist das Verhältnis der Höhenwuchsleistungen von Fichtenprovenienzen weitgehend vom Standort unabhängig. Bereits durch den Anbau auf wenigen Versuchsflächen ist eine zuverlässige Einstufung der Provenienzen möglich. Das gegenseitige Verhältnis der Versuchsflächen ist während dieser Periode starken Höhenwachstums nahezu konstant, so daß schon eine Aufnahme zu Beginn des Jungwuchsstadiums eine Einstufung der Standorte hinsichtlich der gesamten Wuchsleistung während dieser Phase erlaubt.

4132 Kronenbreite

Die Ergebnisse der Messung von Kronenbreiten 1970 wurden nach der in Abschnitt 4131.1 beschriebenen Methode ergänzt und sind in Anlage 12 zusammengestellt.

Varianzanalyse - Kronenbreite 1970

| Varianzursache                       | FG               | SQ       | MQ      | F-Wert   | Varianzcomp.<br>absolut | %    |
|--------------------------------------|------------------|----------|---------|----------|-------------------------|------|
| Provenienzen                         | 14               | 3,47354  | 0,24811 | 10,72*** | 0,00500                 | 8,9  |
| Versuchsorte                         | 14               | 20,92904 | 1,49493 | 64,58*** | 0,03271                 | 58,3 |
| Wechsel-<br>wirkungen<br>Prov.x Orte | 196              | 4,53680  | 0,02315 | 1,45**   | 0,00238                 | 4,2  |
| Rest                                 | 392 <sup>o</sup> | 6,27746  | 0,01601 |          | 0,01601                 | 28,6 |
| Gesamt                               | 616              | 35,21684 |         |          | 0,05610                 |      |

-----

<sup>o</sup> 58 missing data

Die Varianzanalyse zeigt, daß alle Varianzanteile hochsignifikant gesichert sind, gegenüber den Höhen jedoch der Anteil der Restvarianz den doppelten Wert erreicht, während die Anteile von Provenienzen und Wechselwirkungen sehr viel geringer sind. Die hierin ausgedrückte geringere Trennschärfe dieses Merkmales ist zu einem erheblichen Teil durch die schwierigere und größeren Schwankungen unterworfenen Messung der Kronenbreite bedingt. Dadurch wird der Meßfehler erhöht, der die Restvarianz bestimmt.

Die Beziehung der Versuchsflächenmittelwerte der Kronenbreite zwischen jeweils zwei Provenienzen wird in allen Fällen am besten durch eine lineare Regression mit durchschnittlichen Korrelationskoeffizienten von über 0,85 erfaßt. Wegen der geringen Unterschiede wird auf eine Wiedergabe der einzelnen Korrelationskoeffizienten verzichtet. Mit den Versuchsflächenmittelwerten ist der Zusammen-

hang noch enger, da für diese Beziehung die Korrelationskoeffizienten den Wert von  $r = 0,92$  nicht unterschreiten, nur für Stryck beträgt er  $0,88$ . Auch in diesen Größen kommt die geringe Differenzierung des Merkmales im Aufnahmealter zum Ausdruck, ebenso wie bei einer Herleitung der Ökovalenzen (Anl. 12), nach der sich nur Stryck und Rothenkirchen durch deutlich höhere Interaktionsanteile von den restlichen Provenienzen unterscheiden.

Die Korrelation der Kronenbreite mit der Höhe ist sowohl für die Kernprovenienzen mit  $r = 0,97^{***}$  ( $t = 15,72$ ; FG 13) als auch für die Versuchsorte mit  $r = 0,90^{***}$  ( $t = 8,12$ ; FG 16) sehr straff. Dies bedeutet, daß sich beide Merkmale für die Provenienzen in einem nahezu gleichbleibenden Verhältnis ändern und sich im Rahmen der durchgeführten Aufnahmen im Alter 12 bei gleicher Höhe keine wesentlichen Unterschiede der Kronenbreite ergeben. Die Messung dieses Merkmales ist daher bei einem Großversuch nicht für die Kennzeichnung der unterschiedlichen Kronenform in der Jungwuchsphase geeignet. Aufgrund dieses Ergebnisses wird auf eine Analyse der Kronenbreiten für die Randherkünfte verzichtet.

#### 4133 Phänologie

Das Austriebsverhalten ist ein zuverlässig erfaßbares Merkmal. Es hat für spätfrostgefährdete Standorte erhebliche waldbauliche Bedeutung. Untersuchungen von MÜNCH (1949); ROHMEDER (1948); MOULALIS (1973) u.a. haben gezeigt, daß es bei Fichte stark erblich bedingt ist. Für den Provenienzversuch 1959 wurden daher 1963 am Ende der Anzuchtphase im Wesertal bei Hann.Münden (120 m Seehöhe) und erneut 1973 im Alter von 15 Jahren auf der Versuchsfäche Reinhardshagen (375 m Seehöhe) an 50 - 60 Pflanzen je Prüf-glied phänologische Beobachtungen vorgenommen. Für den Witterungsverlauf ist kennzeichnend, daß 1963 der Monat April gegenüber den langjährigen Mittelwerten überdurchschnittlich warm und verhältnismäßig niederschlagsarm war, während für 1973 dieser Monat eine überdurchschnittlich kühle und niederschlagsreiche Witterung hatte. Diese Schwankung wurde durch den Höhenunterschied der Beobachtungs-

orte noch verstärkt, so daß 1963 zwischen dem 16.4. und 3.6. beobachtet wurde, während 1973 die Aufnahmen zwischen dem 30.4. und 18.6. erfolgten.

Für die Auswertung wurden die Termine errechnet, an denen mindestens die Hälfte der beobachteten Pflanzen eines Prüfgliedes eine bestimmte Stufe nach dem in Abschnitt 31 angeführten Boniturschema erreicht hatten (50 %-Schwellenwerte). Um vergleichende Berechnungen zu ermöglichen, wurden die Beobachtungstermine auf die genannten Anfangstage bezogen und als relative Tage ausgedrückt.

Der weitgehend gleichsinnige Verlauf des Austreibens der Prüfglieder in den beiden Beobachtungsjahren (Abb. 17) bestätigt den hohen genetischen Anteil an der Steuerung dieses Vorganges. Die Rangfolgen der Prüfglieder bei den 50 %-Schwellenwerten sind mit Koeffizienten ( $r_s$ ) zwischen 0,46 und 0,51 für 1963 und zwischen 0,62 und 0,69 für 1973 korreliert (Anl. 13). Dies zeigt, daß sich mit zunehmendem Alter die Schwankungen in der Reihenfolge verringern, mit der Prüfglieder jeweils die Austriebsstufen erreichen. Früh mit dem Austrieb beginnende Prüfglieder treten daher zunehmend auch früh in das Endstadium.

Für die waldbauliche Anwendung der Beobachtungsergebnisse ist eine Einteilung in drei Gruppen "Früh-", "Mittel-" und "Spättreiber" notwendig und ausreichend. Als Zuordnungsmerkmal ist ein möglichst frühes Stadium anzustreben, da der Beginn des Austreibens genetisch stärker kontrolliert ist als die späteren Entwicklungsstufen (SAUER, KLEINSCHMIT und LUNDERSTÄDT 1973). Das Aufspringen der Seitenknospen und Erscheinen von grünen Nadelspitzen (Stufe 3) ist ein zeitlich gut festlegbares Ereignis, das zugleich wirtschaftliche Bedeutung hat, da von diesem Stadium ab Spätfröste in jedem Falle erheblich schädigen. Der 50 %-Schwellenwert dieser Stufe ist daher als Zuordnungsmerkmal verwendet.

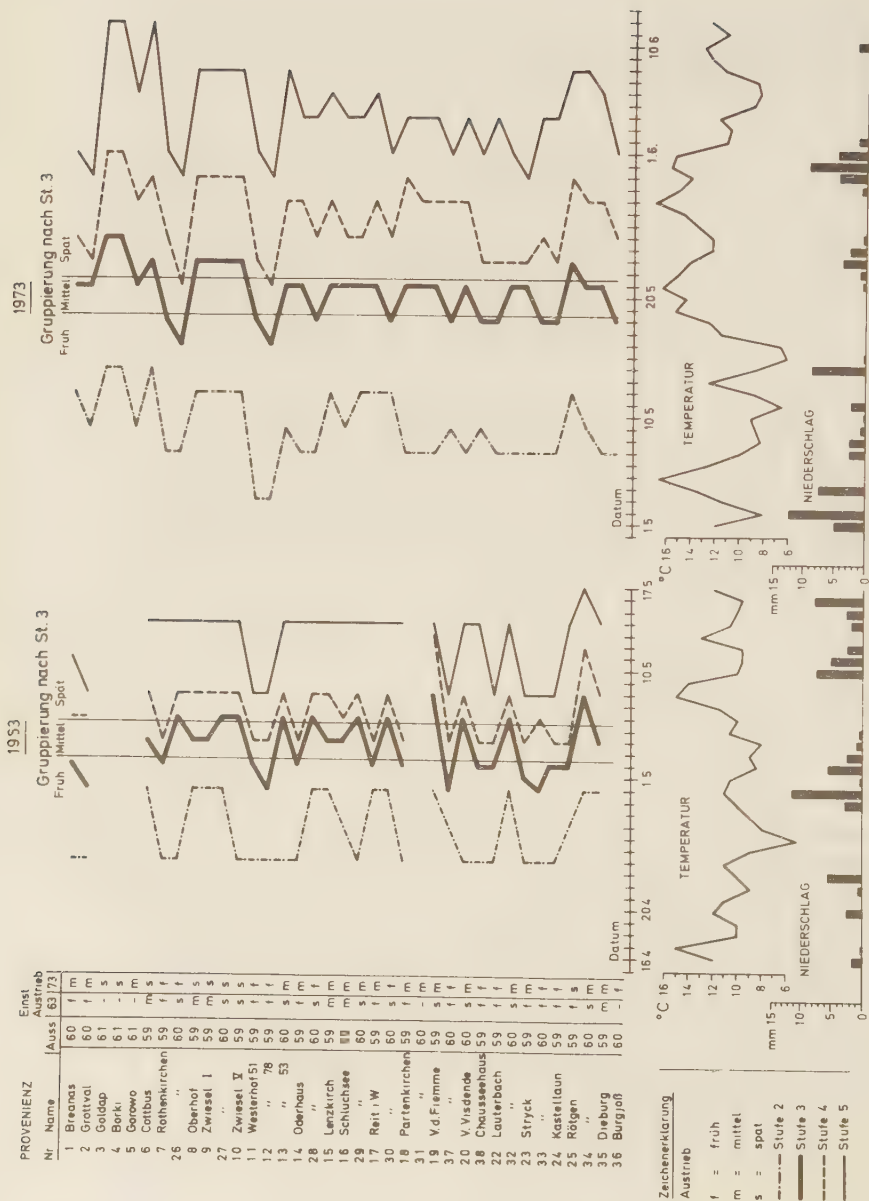


Abb. 17 Austriebsverhalten 1963 und 1973

Im Rahmen der untersuchten Prüfglieder sind in beiden Jahren Rothenkirchen, Westerhof 51, Westerhof 78, Valle di Fiemme (Aussaart 1960), Chausseehaus, Lauterbach, Stryck (Aussaart 1960) und Kastellaun als frühtreibend sowie Lenzkirch, Schluchsee und Dieburg als mitteltreibend und Zwiesel I (Aussaart 1960) mit Zwiesel V als spättreibend anzusprechen. Bei den Provenienzen des Baltischen Landrückens wurde der Austrieb nur 1973 angesprochen, dabei wurden Borki und Goldap als spättreibend, Górowo als mitteltreibend eingestuft. Für die übrigen Prüfglieder ist die Zuordnung in den beiden Aufnahmejahren unterschiedlich. Diese Schwankungen im phänologischen Verhalten treten auch zwischen den Aussaaten 1959 und 1960 der gleichen Provenienz auf, wie die folgenden Beispiele veranschaulichen.

| Provenienz    | Aussaart | A u s t r i e b |        |
|---------------|----------|-----------------|--------|
|               |          | 1963            | 1973   |
| Oderhaus      | 1959     | früh            | mittel |
|               | 1960     | spät            | früh   |
| Reit im Winkl | 1959     | früh            | mittel |
|               | 1960     | spät            | früh   |
| Rötgen        | 1959     | früh            | spät   |
|               | 1960     | spät            | mittel |

Diese Unterschiede können weder durch die Versuchsanlage noch durch andere bekannte Faktoren erklärt werden. Offensichtlich treten beim Austriebsverhalten starke Interaktionen zwischen genetischer Veranlagung, Umwelt und Alter der Bäume auf, für deren Erfassung speziell angelegte Versuche notwendig sind.

Da für die Aufnahme 1973 auch die arithmetischen Mittelhöhen der beobachteten Bäume (Alter 14) vorliegen, ist die Prüfung eines möglichen Zusammenhanges zwischen Austriebsverhalten und Höhe möglich. Die errechneten Rangkorrelationskoeffizienten (Anl. 13) sind für alle Austriebsstufen negativ und liegen unter 0,30.

Es ist daher auf der beobachteten Fläche keine gesicherte Beziehung zwischen Austriebsverhalten und Höhe nachweisbar.

Bei den phänologischen Beobachtungen 1973 konnte nicht in allen Fällen der Abstand von 2 Tagen zwischen den Aufnahmen eingehalten werden. Damit sind die Aufnahmeergebnisse eines Beobachtungstages streng genommen keine Klassenmittelwerte, können aber wegen der geringen Abweichung als Näherungsgröße angesehen werden. Die Streuung des mittleren Eintrittstages in eine Stufe ist daher Ausdruck der Variation des Austreibens innerhalb eines Prüfgliedes. Diese Streuung schwankt 1973 für Stufe 3 zwischen 3,04 Tagen (Zwiesel V) und 7,87 Tagen (Rothenkirchen, Aussaat 1959), läßt aber keine Gruppierung nach Herkunftsgebieten oder Höhenwuchsgruppen (Abschn. 4131.2) erkennen (Abb. 18). Wie bei den 50 %-Schwellenwerten der Stufe 3 treten auch bei der Streuung des mittleren Eintrittstages erhebliche Unterschiede zwischen den Aussaaten der gleichen Provenienzen auf, für deren Erklärung das vorliegende Material nicht ausreicht (Anl. 13).

Als Beispiele für die Unterschiede im Austreiben innerhalb der Provenienzen sind ausgewählt (Abb. 19):

|                |                                             |                                           |
|----------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Borki          | :                                           | autochthon, Spättreiber, mittlere Varianz |
| Rothenkirchen: | autochthon, Frühtreiber; nach Aussaat-      | jahren unterschiedliche Varianz           |
| Westerhof 53 : | autochthon, Mitteltreiber, mittlere Varianz |                                           |
| Lenzkirch :    | autochthon, Mitteltreiber, niedrige Varianz |                                           |
| Chausseehaus : | nicht-autochthon, Frühtreiber, mittlere     | Varianz                                   |

Der Vergleich der Darstellungen für Rothenkirchen (1959) und Lenzkirch zeigt deutlich, daß mit steigender Streuung des mittleren Eintrittstages in eine Stufe, die Trennlinie zwischen den Stufen immer flacher verläuft (Abb. 19).

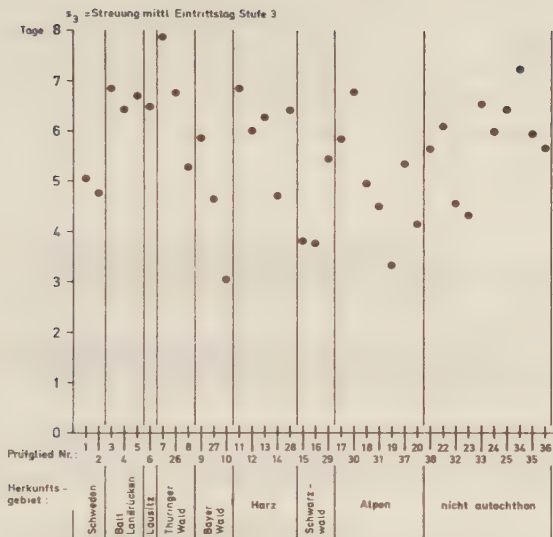


Abb. 18 Streuung des mittleren Eintrittstages in Stufe 3 (Aufbrechen der Seitenknospen) im Jahre 1973

### Ergebnis

Die zusammenfassende Beurteilung der teilweise nicht einheitlichen Beobachtungsergebnisse stützt sich mit Schwergewicht auf das Austriebsverhalten 1973 der Aussaat 1959 und führt zu folgender Gruppierung:

#### Austrieb

früh

#### Provenienzen

Rothenkirchen, Westerhof 51, Westerhof 78, Chausseehaus, Lauterbach, Stryck, Kastellaun, Burgjoß

mittel

Breanas, Gröttval, Górowo, Westerhof 53,  
Oderhaus, Lenzkirch, Schluchsee, Reit im  
Winkl, Partenkirchen, Valle di Fiemme,  
Val Visdende, Rötgen, Dieburg

spät

Goldap, Borki, Cottbus, Oberhof, Zwiesel I,  
Zwiesel V

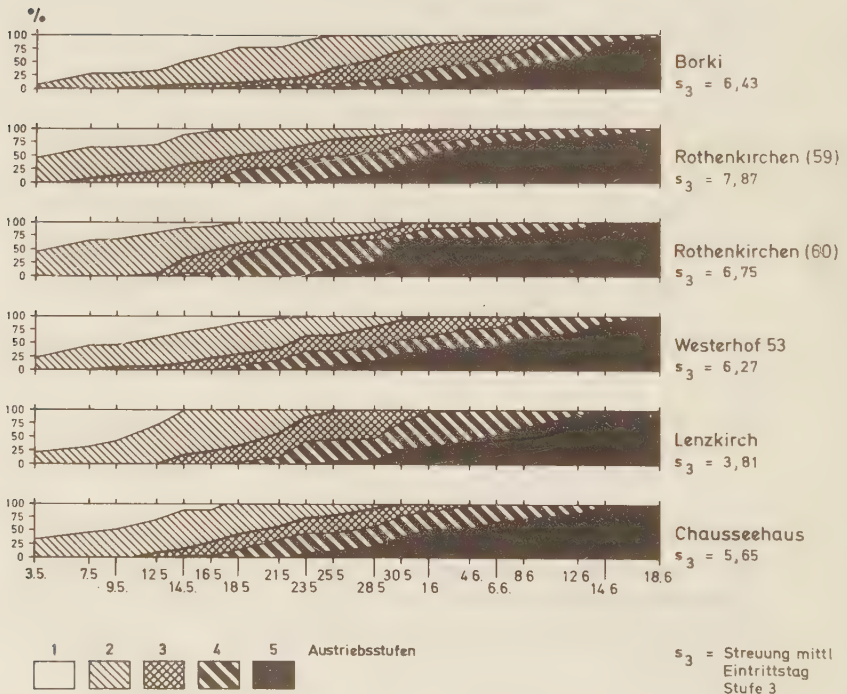


Abb. 19 Austriebsverhalten 1973 von sieben charakteristischen Prüfgliedern

#### 4134 Schäden

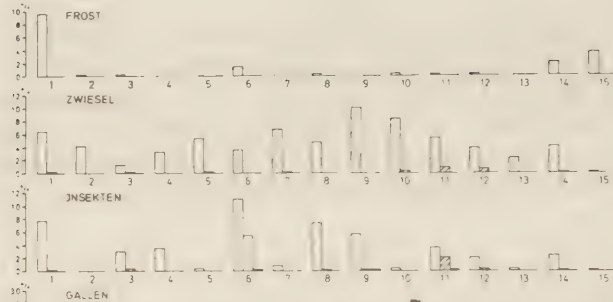
Die bei der Aufnahme 1970 festgestellten Schäden sind in der Auswertung stets als Prozentsatz der vorhandenen Pflanzen ausgedrückt. Ein Vergleich der Durchschnittswerte des Gesamtversuches mit den entsprechenden Zahlen für die Kernprovenienzen zeigte nur geringe Abweichungen, so daß auf eine Wiedergabe der Gesamtwerte verzichtet und die Interpretation auf die Kernprovenienzen beschränkt wird.

#### Frost

Für die Fichte sind in der Anzucht- und Jungwuchsphase Spätfrost sowie großer brauner und schwarzer Rüsselkäfer (*Hylobius abietis* L. und *Otiorrhynchus niger* F.) die wichtigsten Schadursachen. Durch Vorbeugung und Bekämpfungsmaßnahmen können Rüsselkäferschäden weitgehend verhindert werden. Spätfrostschäden stehen mit dem stark genetisch bedingten Austriebsverhalten in engem Zusammenhang, wobei die Gefährdung mit zunehmender Verzögerung des Austreibens abnimmt. Kleinstandörtliche Unterschiede können entscheidend das Ausmaß der Schädigungen beeinflussen (Frostlöcher), so daß genaue Erfassung der ökologischen Verhältnisse und laufende Beobachtung während der Austriebszeit Voraussetzung für die Bestimmung von Unterschieden zwischen Einzelbäumen oder Populationen sind. Die Registrierung von Frostschäden anlässlich einer allgemeinen Vollaufnahme nach Abschluß der Vegetationszeit kann daher nur grobe Hinweise vermitteln. Die Ergebnisse der Aufnahme 1970 (Abb. 20) zeigen, daß nur auf den Versuchsflächen Reinhardshagen und Harsefeld nennenswerte Frostschäden festzustellen waren. Für die Kernprovenienzen schwankte der Anteil der geschädigten Pflanzen im Gesamt-Versuchsdurchschnitt zwischen 0,4 % und 2,5 % und ist nicht aussagefähig (Abb. 21).

Da am 15.5.1973 die Temperatur im Raume des Reinhardswaldes unter den Gefrierpunkt sank, konnte im Rahmen der phänologischen Beobachtungen auch die Spätfrostgefährdung der Provenienzen erfaßt werden. Der Rangkorrelationskoeffizient für den Zusammenhang der

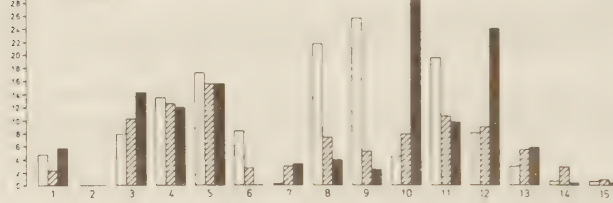
Geschädigte Pflanzen



Versuchsorte

- Nr. Name
- 1 Renhardshagen
  - 2 Hatfleber
  - 3 Willingen
  - 4 Hatfeld
  - 5 Königstein
  - 6 Bieber
  - 7 Dieburg
  - 8 Hamburg/Ohm
  - 9 Chausseehaus
  - 10 Ober-Ramstadt
  - 11 Nentershausen I
  - 12 Nentershausen II
  - 13 Hermeskeil
  - 14 Idar-Oberstein
  - 15 Harfeld

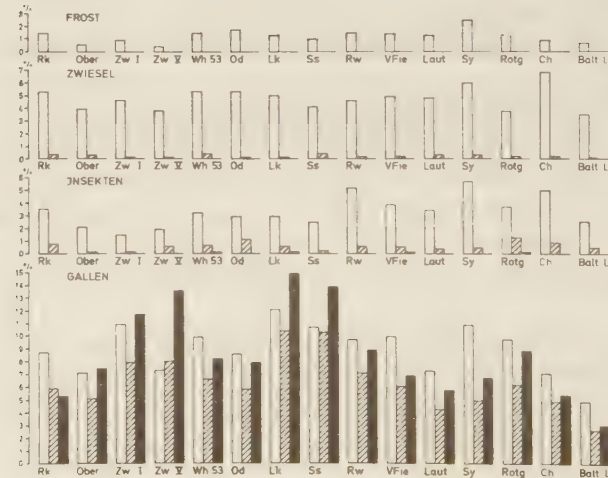
GALLLEN



- Frost**
- Nadel-Triebschaden
- Zwiesel**
- einfach
  - ▨ mehrfach
- Insekten**
- Fichtenblattwespe
  - ▨ Fichtentriebwickler
  - F. Blattw. u. F. Triebw.
- Gallen**
- 1 - 10 Gallen
  - ▨ 11 - 25 Gallen
  - über 25 Gallen

Abb. 20 Versuchsflächenmittelwerte der Schadbonturen 1970

Geschädigte Pflanzen



Legende

- Frost**
- Nadel-Triebschaden
- Zwiesel**
- einfach
  - ▨ mehrfach
- Insekten**
- Fichtenblattwespe
  - ▨ Fichtentriebwickler
  - F. Blattw. und F. Triebwickler
- Gallen**
- 1 - 10 Gallen
  - ▨ 11 - 25 Gallen
  - über 25 Gallen

Abb. 21 Provenienzmittelwerte der Schadbonturen 1970

50 %-Schwellenwerte der Austriebsstufen und der Prozentzahl der geschädigten Pflanzen - hergeleitet unter Benutzung der  $\arcsin$  Transformation für Prozentwerte - ist für die Austriebsstufe 3 mit  $r_s = -0,71^{***}$  (FG 35) am höchsten (Anl. 13).

Die nach dieser Austriebsstufe als spätreibend eingeordneten Provenienzen weisen nur geringe Schäden (maximal bis 8 %) auf, während die mit über 20 % verhältnismäßig stark geschädigten Provenienzen Westerhof 51, Westerhof 78 und Lauterbach alle als frühtreibend eingestuft sind. Dieser Vergleich bestätigt die gute Aussagefähigkeit des 50 %-Schwellenwertes des Aufspringens der Knospen der Seitentriebe (Stufe 3) für die Zuordnung zu Austriebsgruppen.

#### Zwiesel

Bei dem ausgeprägt orthotropen Wuchs der Fichte sind Zwiesel auf äußere Einwirkungen zurückzuführen. Nach dem Verlust des Leittriebes richten sich ein oder mehrere Seitenzweige auf und im allgemeinen übernimmt einer von ihnen nach kurzer Zeit die Führung, so daß Zwiesel nur in Ausnahmefällen langfristig erhalten bleiben. Der nahezu gleichmäßige Anteil von 4,9 % Zwiesel bei allen Kernprovenienzen im Versuchsdurchschnitt (Abb. 21) läßt keine genetische Steuerung erkennen.

Das verstärkte Auftreten auf den in unmittelbarer Nähe des Ballungsraumes Rhein-Main liegenden Versuchsflächen Chausseehaus, Dieburg und Ober-Ramstadt (Abb. 20) deutet auf Verursachung durch Menschen. Als weitere Ursachen kämen vor allem Eichhörnchen (*Sciurus vulgaris* L.) durch Abbeißen der Gipfelknospen oder Leittriebe in Frage. Eine nennenswerte Zwieselbildung als Folge des Befalls des treibenden Gipfeltriebes durch die kleine Fichtenblattwespe (*Pristiphora abietina* Christ.) ist unwahrscheinlich, da Versuchsflächen mit relativ hohem Zwieselanteil nur mittleren oder geringen Blattwespenbefall aufweisen (Chausseehaus, Ober-Ramstadt) oder Flächen mit hohen Blattwespenschäden (Bieber) nur geringe Zwieselbildung zeigen.

### Gallen

Gallenbildung ist besonders an Fichten im Jungwuchsalter auffallend und gelegentlich durch Verformen oder auch Absterben des darüberliegenden Zweigteiles schädigend, jedoch in keinem Falle so stark, daß Bekämpfungsmaßnahmen notwendig sind. Bei der Aufnahme 1970 treten daher bei den Schäden die Unterschiede im Gallenbefall am meisten hervor (Abb. 20 und 21). Überwiegend ist der Befall durch die große Fichtengallenlaus (*Sacchiphantes abietis* L.) verursacht. Er überschreitet jedoch nur auf den Versuchsflächen Willingen, Hatzfeld, Königstein, Ober-Ramstadt und Nentershausen bei mehr als 10 % der Pflanzen die Intensität von 10 Gallen je Baum. Die räumliche Verteilung dieser Versuchsflächen läßt keine Schlüsse auf einen standörtlich bedingten Befall zu. Eine parzellenweise Überprüfung der genannten stark betroffenen Flächen ließ auch innerhalb derselben keine Konzentration erkennen. Bei einer Aufgliederung nach Provenienzen (Abb. 21) hebt sich Baltischer Landrücken durch einen in allen Stufen geringen Befall deutlich ab. Unter den Hochlagenprovenienzen sind Zwiesel I, Zwiesel V, Lenzkirch und Schluchsee überdurchschnittlich befallen, während Reit im Winkl und Valle di Fiemme nur mittlere Anfälligkeit zeigen. Die restlichen Kernprovenienzen weisen nur unbedeutende Schwankungen auf.

### Insekten

Die Aufnahmeergebnisse 1970 zeigen, daß von den für die Fichte wichtigen Schadinsekten nur die kleine Fichtenblattwespe (*Pristiphora abietina* Christ.) auf den Versuchsflächen von Bedeutung ist. Fichtenblattwespenschäden setzen voraus, daß Insektenentwicklung und Fichtenaustrieb gut übereinstimmen, da die Eiablage nur an den noch anliegenden Nadeln aufgebrochener Knospen (Austriebsstufe 3) erfolgen kann (OHNESORGE 1958).

Für die Versuchsfläche Reinhardshagen ist ein Vergleich zwischen Schadbonitur und phänologischem Verhalten möglich und ergibt, daß die 1973 als spättreibend eingeordneten Kernprovenienzen Oberhof, Zwiesel I und Zwiesel V sowie die als Mitteltreiber eingestuft

Provenienzen Westerhof 53 und Rötgen unter 5 % Fichtenblattwespenbefall aufweisen, während bei den mittel- und frühtreibenden Provenienzen bis zu 20 % der Pflanzen befallen sind. Bei der Betrachtung der Versuchsflächen haben nur Reinhardshagen, Bieber, Homberg und Chausseehaus einen Befall von mehr als 5 %. Da für diese Orte keine phänologischen Beobachtungen vorliegen, kann kein Vergleich zum Austriebsverhalten gezogen werden.

Aufgrund des erheblich genetisch gesteuerten Austriebsverhaltens können die für Reinhardshagen getroffenen Feststellungen auf den Gesamtversuch übertragen werden und finden in den Durchschnittsbonituren Bestätigung. Spättreibende Provenienzen sind daher bei normalem Witterungsverlauf weniger gefährdet als mittel- oder frühtreibende. In Jahren mit plötzlich einsetzender Frühjahrswitterung können jedoch auch die spättreibenden Provenienzen befallen werden, andererseits kann bei derartigen Witterungsverhältnissen Spätfrost auch die Fichtenblattwespe schädigen, da deren Entwicklung durch relativ frühzeitigen Flug, Eiablage und Schlüpfen der Larven weiter fortgeschritten ist als in Jahren mit normaler Witterung (JAHN und SINREICH 1963).

Die Schäden durch den Fichtentriebwickler (*Cacoecia historiana* Froel.) sind nur auf der Versuchsfläche Bieber nennenswert und treten dort vor allem bei den Provenienzen Oderhaus (17 %) und Rötgen (15 %) auf. Insgesamt gesehen sind Schäden durch dieses Insekt aber ohne Bedeutung, da der Befall im Durchschnitt des Gesamtversuches unter 1 % (Abb. 20) liegt.

### Ergebnis

Die Ansprache auf biotisch oder abiotisch verursachte Schäden anlässlich der vorrangig auf Erfassung der Wuchsleistung ausgerichteten Vollaufnahme nach Abschluß der Vegetationszeit im Alter 12 hat keine besondere Gefährdung der Fichte auf den Versuchsstandorten erkennen lassen. In Verbindung mit den phänologischen Beobachtungen auf einer Versuchsfläche (Reinhardshagen) wird die erhöhte Gefährdung von frühtreibenden Provenienzen durch Spät-

frost und kleine Fichtenblattwespe deutlich. Für die genetische Kontrolle des Befalls durch die große Fichtengallenlaus oder der Zwieselbildung ergeben sich keine Hinweise.

## 42 Einzelstammabsaaten

Auf den Versuchsflächen Hilders (Versuch 16) und Hofgeismar/Kaufungen (Versuch 20/21) sind 26 Einzelstammabsaaten des Samensjahres 1958/59 vergleichsfähig angebaut (Anl. 14). Für die Auswertung können die als Streuversuch angelegten Flächen Hofgeismar und Kaufungen zusammengefaßt werden, da keine gesicherten Unterschiede zwischen den Wiederholungen bestehen ( $t < 2,01$ ; FG 50). Innerhalb der Fläche Hilders ist zwar der Unterschied zwischen den Wiederholungen 1 und 2 mit  $P = 5\%$  gesichert ( $t = 2,40$ ; FG 50), eine vollständig nach Wiederholungen getrennte Auswertung ist deshalb jedoch nicht gerechtfertigt.

### Einzelstammabsaaten - Alter 18

| Varianzursache                      | FG  | SQ       | MQ      | F-Wert    | Var.komponent.<br>absolut % |      |
|-------------------------------------|-----|----------|---------|-----------|-----------------------------|------|
| Versuchsorte                        | 1   | 78,8100  | 78,8100 | 189,17*** | 1,0050                      | 74,7 |
| Absaaten                            | 25  | 28,1298  | 1,1252  | 2,70**    | 0,1181                      | 8,8  |
| Wechselwirkungen<br>Orte x Absaaten | 25  | 10,4147  | 0,4166  | 3,39***   | 0,0973                      | 7,2  |
| Rest                                | 104 | 12,9839  | 0,1249  |           | 0,1249                      | 9,3  |
| Gesamt                              | 155 | 130,3384 |         |           | 1,3452                      |      |

In der Varianzanalyse mit den Parzellenmittelwerten der Höhe 1972 kommt der sehr starke Einfluß der Orte auf die unterschiedliche Höhenwuchsleistung durch einen Varianzanteil von 74,7 % zum Ausdruck. Der Anteil der Einzelstammabsaaten gleicht mit 8,8 % annähernd dem der Versuchsstreuung mit 9,3 %, während der Varianzanteil für die Wechselwirkungen zwischen Absaaten und Versuchsort 7,2 % beträgt.

Das Ergebnis entspricht weitgehend den bei der Varianzanalyse für den Provenienzversuch 1959 gefundenen Werten (Abschn. 4131.2).

Eine umfassende Prüfung der Frage, ob durch Einzelbaumauswahl innerhalb einer Provenienz bei Fichte eine wesentliche Steigerung der Wuchsleistung der Nachkommenschaft erzielt werden kann, erfordert den vergleichsfähigen Anbau von Absaaten der Einzelbäume und des Bestandes, in dem sie stehen. Diese Voraussetzung ist im vorliegenden Material nicht gegeben, so daß die Einzelstammabsaaten eines Bestandes nur rechnerisch zu einer Provenienz zusammengefaßt werden können. Durch diese Vereinigung von Plusbaumabsaaten wird jeweils nur eine phänotypisch selektierte Teilpopulation erfaßt. Die gemeinsame Auswertung der Absaaten von jeweils 5 Plusbäumen der Provenienzen Westerhof 39 und Westerhof 48 sowie 8 Plusbäumen der Provenienz Oderhaus (Abb. 22) in einer hierarchischen Varianzanalyse (unbalanzierter Fall nach WEBER 1972) kann daher nur einen Hinweis auf die Varianzanteile zwischen den Absaaten einer Provenienz und innerhalb der Absaaten geben. Die Berechnungen sind nur für die Versuchsfläche Hofgeismar (1. Wiederholung, Versuch 20/21) durchgeführt, da diese Fläche standörtlich weitgehend einheitlich ist und die Einzelstammabsaaten hier die stärkste Differenzierung zeigen.

Einzelstammabsaaten - Versuchsfläche Hofgeismar, Alter 14

| Varianzursache                    | FG   | SQ        | MQ       | F-Wert    | Var.komponent.<br>absolut % |      |
|-----------------------------------|------|-----------|----------|-----------|-----------------------------|------|
| Zwischen Provenienzen             | 2    | 82986,59  | 41493,30 | 444,30*** | 121,24                      | 54,0 |
| Zwischen Absaaten innerhalb Prov. | 15   | 9523,10   | 634,87   | 6,80***   | 9,82                        | 4,4  |
| Innerhalb Absaaten                | 1008 | 94141,94  | 93,39    |           | 93,39                       | 41,6 |
| Gesamt                            | 1025 | 186651,63 |          |           | 224,45                      |      |

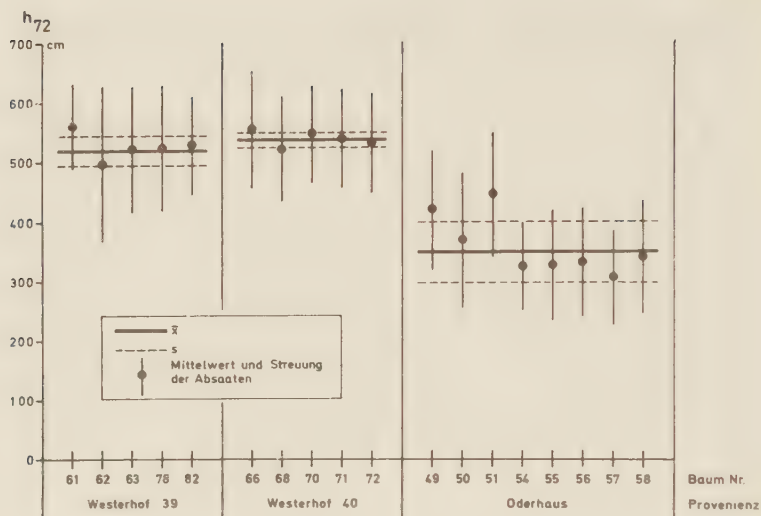


Abb. 22 Mittelhöhen 1972 und Streuung der bestandesweise zusammengefaßten Einzelstammabsaaten (Alter 14)

Aufgrund dieser Varianzanalyse kann nur der geringe Anteil von 4,4 % der Höhenunterschiede auf die Absaaten innerhalb der Provenienzen zurückgeführt werden, während der Varianzanteil für die Unterschiede innerhalb der Absaaten 41,6 % beträgt. Den höchsten Anteil haben die Provenienzen mit 54,0 %.

Für die Auswertung der auf zwei Flächen angebauten Nachkommenschaften 1955 von 8 Plusbäumen des Herkunftsgebietes Westerhof kann nur die Fläche Forstamt Gahrenberg, Abteilung 59, Versuch 17 verwendet werden. Auf der anderen (Forstamt Gahrenberg, Abteilung 70, Versuch 18) erreichten die Ausfälle im Durchschnitt 43 %, bei mehreren Parzellen war ein nahezu vollständiger Abgang zu verzeichnen. Eine Beziehung zwischen Mutterbaum und Ausfällen läßt sich für keine der beiden Flächen ableiten.

Für die Nachkommenschaften des Versuches 17 bestehen im Alter von 18 Jahren keine gesicherten Differenzen. Entsprechend der Bestimmung der Varianzkomponenten ist die gesamte Varianz dem Restanteil zuzuordnen (Anl. 15). 6 Plusbäume der Absaat 1955 wurden 1959 erneut beerntet und ermöglichen einen Vergleich der freien Abblüte unterschiedlicher Jahre der gleichen Mutterbäume. Bei einer getrennten Auswertung dieser 6 Nachkommenschaften können die als Streuversuch angelegten Versuchsflächen Hofgeismar (Versuch 20; 1. Wiederholung) und Kaufungen (Versuch 21; 2. und 3. Wiederholung) zusammengefaßt werden, da zwischen den Wiederholungen keine gesicherten Unterschiede bestehen ( $t = < 2,23$ ; FG 10). Auch für die Nachkommenschaften 1959 sind die Differenzen zwischen den Mittelwerten bei keinem Versuch gesichert, der Anteil der Restvarianz beträgt über 90 % der Gesamtvarianz (Anl. 15).

Ein Mittelwertvergleich ist wegen des unterschiedlichen Alters der Flächen (18 und 14 Jahre) sowie den erheblichen standörtlichen Verschiedenheiten (Stagnogley beziehungsweise Pseudogley-Parabraunerde oder Braunerde) nicht möglich. Die jeweiligen Versuchsflächenmittel der Nachkommenschaften 1955 (Versuch 17) stehen mit denen der Absaat 1959 in keinem gesicherten Zusammenhang, da die Korrelationskoeffizienten der Prüfgliedmittelwerte für den Vergleich mit Versuch 16  $r = 0,34$  beziehungsweise mit Versuch 20/21  $r = -0,03$  betragen und nicht gesichert sind. Damit liegt bei den untersuchten 6 Plusbäumen der Einfluß der Mutterbäume auch bei mehrjährigem Vergleich im Zufallsbereich.

### Ergebnis

Die Auswertung von 3 Versuchen mit 14- und 18-Jährigen Einzelstammabsaaten aus dem Harzvorland (Westerhof) und dem Harz (Oderhaus) zeigt, daß

- entweder die Einzelstammabsaaten einer Provenienz nicht gesichert unterschieden sind oder falls sie sich unterscheiden, ihr Einfluß auf die Gesamtvarianz gegenüber dem der Provenienz sehr gering ist, und daß

- kein Einfluß der Mutterbäume einer Provenienz beim Vergleich ihrer Nachkommenschaften aus verschiedenen Erntejahren nachweisbar ist.

Aufgrund dieses Versuches ist daher bei Fichte wahrscheinlich keine erhebliche Leistungssteigerung durch Plusbaumabsaaten zu erwarten.

43

#### Holzanatomische Merkmale

Entsprechend der Zielsetzung der vorliegenden Arbeit steht bei den Untersuchungen die Bestimmung oder Bestätigung von Provenienzunterschieden im Jungwuchsstadium im Vordergrund. Entscheidend für die Interpretation sind daher die jeweils aus Messungen mehrerer Bäume (Übers. 4) gebildeten Provenienzmittelwerte, wobei vor allem deren Verhältnis zueinander von Bedeutung ist und weniger die absoluten Größen. Es ist daher wichtig, daß die Messungen innerhalb einer Serie vergleichbar sind.

Im Jungwuchsstadium wird bei Fichte nur kronenbürtiges Holz gebildet (SCHULTZE-DEWITZ 1958). Rückschlüsse von den Untersuchungen des vorliegenden Materiales auf allgemeine Holzeigenschaften und besondere Eignung für bestimmte Verwendungszwecke (beispielsweise Papier- oder Spanplattenherstellung) sind daher nur begrenzt möglich. Da der Provenienzversuch 1959 (letzte Vollaufnahme Alter 12) im Mittelpunkt der Auswertung steht, hat für das Untersuchungsmaterial die Astreinigung noch nicht begonnen und es war daher nicht möglich, die zur Beurteilung der Qualitätseigenschaften notwendigen Kenngrößen (SCHULZ 1961) aufzunehmen. Es konnten daher nur einige holzanatomische Merkmale und keine holzkundlichen erfaßt werden.

431

#### Voruntersuchungen

ECHOLS (1958) stellte für 15 Provenienzen von *Pinus silvestris* im Alter von 17 Jahren Unterschiede für Tracheidenlänge und Raumdichte fest. ZOBEL, THORBJORNSEN und HENSON (1960) fanden hochsignifikante

Provenienzunterschiede für die gleichen Merkmale für 14 Provenienzen von *Pinus taeda* im Alter von 32 - 43 Jahren. Von diesen Autoren wurde ebenso wie von SCHÜTT (1959) betont, daß innerhalb der Provenienzen die Meßergebnisse für Einzelbäume stark streuen. Für die Herleitung von Provenienzmittelwerten sind etwa 20 Bäume zu untersuchen. DIETRICHSON (1964, 1969) wies bei Fichte Provenienzunterschiede für den Abschluß der Lignifikation der im Herbst zuletzt gebildeten Spätholzzellen nach. Diese Unterschiede bestehen nach einer vergleichenden Auswertung von 367 Fichten-Provenienzen aus dem gesamten natürlichen Verbreitungsgebiet (Material des IUFRO-Provenienzversuches 1964/1968) sowohl für die Gesamtheit aller Provenienzen als auch für die Herkünfte aus kleineren geographischen Gebieten. Es lag daher nahe, zu prüfen ob in den letzten Spätholzzellen der Jahrringe (End-Spätholz) auch für andere holzanatomische Merkmale Provenienzunterschiede feststellbar sind und ob sie gegebenenfalls mit der Höhenwachstumleistung korreliert sind. Da für die Klärung dieser Fragestellung Mikrotomschnitte anzufertigen waren, wurde zugleich im Rahmen der Voruntersuchungen ermittelt, ob in dem an das End-Spätholz angrenzenden und zu Beginn der Wachstumsperiode gebildeten Anfangs-Frühholz ebenfalls derartige Unterschiede auftreten.

Mit Serie 1 sollte ermittelt werden, für welche Merkmale im Anfangs-Frühholz und End-Spätholz Provenienzunterschiede bestehen.

Varianzanalysen holzanatomischer Merkmale  
(Serie 1)

| Merkmal                                        | Provenienzen |      |        | Rest |       |        | F-Wert    |
|------------------------------------------------|--------------|------|--------|------|-------|--------|-----------|
|                                                | FG           | SQ   | MQ     | FG   | SQ    | MQ     |           |
| Lumenpunkte<br>End-Spätholz                    | 5            | 1114 | 222,90 | 26   | 1081  | 41,54  | 5,36***   |
| Lumenpunkte<br>Anfangs-Frühholz                | 5            | 64   | 12,91  | 26   | 7184  | 274,57 | 0,47 n.s. |
| Strahlparenchym-<br>punkte<br>End-Spätholz     | 5            | 11   | 2,15   | 26   | 342   | 13,17  | 1,63 n.s. |
| Strahlparenchym-<br>punkte<br>Anfangs-Frühholz | 5            | 23   | 4,37   | 26   | 486   | 18,70  | 2,33 n.s. |
| Zellzahl<br>End-Spätholz                       | 5            | 4882 | 976,50 | 26   | 14344 | 551,69 | 1,77 n.s. |
| Zellzahl<br>Anfangs-Frühholz                   | 5            | 1163 | 232,66 | 26   | 4743  | 182,41 | 1,27 n.s. |

Die Varianztabelle zeigt, daß nur für das Meßmerkmal "Lumenpunkte End-Spätholz" als Ausdruck des Lumenanteiles ein gesicherter Unterschied besteht. Die weiteren Untersuchungen wurden daher auf dieses Merkmal beschränkt.

Das Ergebnis der Folgeuntersuchung mit Serie 2 ist in Abbildung 23 in Form der Lumenprozentage des End-Spätholzes dargestellt (Anl. 16). Dabei wurde der Einfluß der Strahlparenchymanteile eliminiert. In der Varianzanalyse für Lumen-Rasterpunkte im End-Spätholz ist der Unterschied der Provenienzen mit  $F = 44,57^{***}$  (FG 6/150) und der für die Jahrringe mit  $F = 73,10^{***}$  (FG 2/150) gesichert. Entscheidend ist das Ergebnis, daß die Lumenanteile des End-Spätholzes der Provenienzen in den untersuchten Jahrringen in einem gleichbleibenden Verhältnis zueinander stehen.

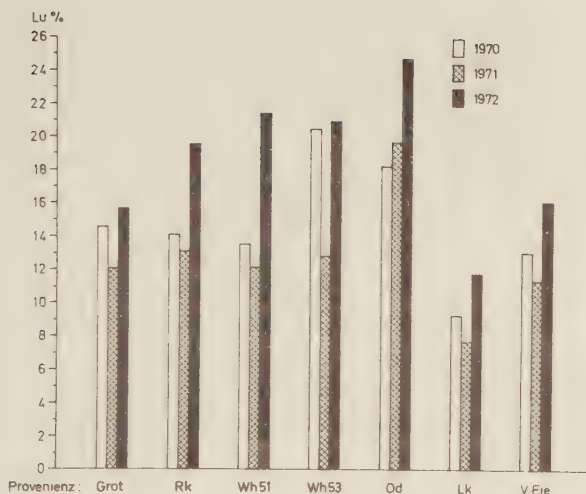


Abb. 23 Schwankung der Lumenprozentage im End-Spätholz der Jahrringe 1970, 1971 und 1972 (Serie 2)

Im Zusammenhang mit der umfangreicheren Auswertung der Serie 2 wurde die Zuverlässigkeit der Meßanweisung für die Rasterpunktauswertung überprüft. Der Jahrring 1972 der Serie 2 wurde zeitlich unabhängig von einem zweiten Beobachter gemessen. Die Einzelwerte je Schnitt waren mit denen des ersten Beobachters mit  $r = 0,90^{***}$  ( $t = 9,07$ ; FG 19) korreliert. Die Meßanleitung war daher als eindeutig und zuverlässig anzusehen.

Im Rahmen der Voruntersuchung war darüber hinaus zu klären, ob die Lumenanteile im End-Spätholz bei Fichten im Alter von 14 Jahren von Höhe und Entfernung vom Mark stark beeinflusst werden. Es wurden daher für die gleichen Bäume die Lumenmessungen auch für das End-Spätholz des Jahrringes 1963 vorgenommen (Serie 4), der entweder den Mark-Jahrring oder den unmittelbar darauf folgenden bildete.

Ebenso wurde der Lumenanteil des End-Spätholzes des Jahrringes 1972 im Jahrestrieb 1971 gemessen (Serie 3). Hier war der Jahrring 1972 der auf das Mark folgende Ring. Die Mittelwerte der Lumenprozentage des End-Spätholzes der Provenienzen für den Jahrring 1972 im Jahrestrieb 1971 (Serie 3) sind mit den entsprechenden Werten für den Jahrring 1972 am Stammfuß mit  $r = 0,81^*$  ( $t = 3,14$ ; FG 5) korreliert, während sich für den Jahrring 1963 (Serie 4) eine Korrelation von  $r = 0,86^*$  ( $t = 3,85$ ; FG 5) ergibt (Anl. 16). Dies bedeutet, daß 75 % der Schwankungen des Lumenanteiles im End-Spätholz des Jahrringes Alter 14 durch die des Jahrringes Alter 5 erklärt werden können. Ebenso erfaßt die Messung des Lumenanteiles im End-Spätholz am Stammfuß 65 % der Schwankungen dieses Merkmales im gleichen Jahrring im zweijährigen Trieb in der Krone des 14jährigen Baumes.

#### Ergebnis

Die Voruntersuchungen an einem begrenzten Probematerial führen zu folgenden Feststellungen:

- Bei 14jährigen Fichten bestehen für den Lumenanteil in den letzten Spätholztracheiden (Lumenanteil im End-Spätholz) gesicherte Provenienzunterschiede.
- Die Lumenanteile im End-Spätholz verschiedener Jahrringe sind unterschiedlich groß, die jährlichen Provenienzmittelwerte schwanken jedoch gleichsinnig.
- Für den Lumenanteil im End-Spätholz bleibt bei Bestimmung in unterschiedlicher Entfernung vom Mark oder in verschiedener Baumhöhe das Verhältnis der Provenienzen untereinander weitgehend erhalten.

432     CLASSIMAT-Messungen

4321   Fichten-Provenienzversuch 1959

Für den umfassenden Provenienzvergleich der Serie 5 (633 Schnitte) schwanken die Lumenprozentage im End-Spätholz des Jahrringes 1972

bei 26 Provenienzen zwischen 8,22 % und 19,17 % mit einem Mittelwert von 12,49 % (Übers. 9). Es zeigt sich, daß zu den lumenreichen Provenienzen vor allem autochthone Provenienzen aus den tieferen Lagen des zentraleuropäischen Fichtengebietes sowie nicht autochthone aus dem Bereich des Herkunftsgebietes West-deutsches Bergland zählen, während bei den lumenarmen Provenienzen solche der höheren Lagen des zentraleuropäischen Fichtengebietes und des nordischen Teiles des nordosteuropäischen Fichtengebietes überwiegen. Der Varianzanteil der Provenienzen beträgt für den Lumenanteil im Endspätholz 27 %, während er sich für die Höhe der Probebäume dieser Serie 5 auf 23 % beläuft.

Die Varianzanalysen für die Prüfung auf gleichsinnige Schwankung der Lumenanteile im End-Spätholz der Jahrringe 1969, 1971 und 1973 bei 5 Provenienzen mit je 20 Bäumen sowie einer Teilstichprobe von 10 Bäumen je Provenienz für Jahrring 1972 (Serie 6, Ergebnisse Anl. 17) ergeben für alle Jahrringe mit 99,9 % abgesicherte Provenienzenunterschiede.

Bei der Zusammenfassung der Jahrringe in der unten dargestellten Gesamt-Varianztabelle wurde die Teilstichprobe 1972 außer Betracht gelassen, da ihr Umfang zu klein war. Da die Meßfeldgröße während der gesamten Untersuchung als konstant anzusehen ist (Abschn. 333), konnten für die Varianzberechnungen die Lumen-Rasterpunkte benutzt werden, die vollkommen den Lumenprozenten entsprechen.

Varianztabelle  
(1000 Lumen-Rasterpunkte)

| Varianz-<br>ursache | FG  | SQ     | MQ    | F         | Var.komponent.<br>% |
|---------------------|-----|--------|-------|-----------|---------------------|
| Provenienzen        | 4   | 183,88 | 45,97 | 91,94***  | 59,5                |
| Jahrringe           | 2   | 4,49   | 2,24  | 4,48*     | 1,4                 |
| Interakt.           | 8   | 3,30   | 0,41  | 0,82 n.s. | -                   |
| Rest                | 285 | 141,93 | 0,50  |           | 39,1                |
| Gesamt              | 299 | 333,60 |       |           |                     |

## Lumenprozent im Ehd-Spätholz im Jahrling 1972

(26 Provenienzen des Provenienzversuches 1959, Serie 5)

| Provenienzen                                 |                 | D i f f e r e n z z u |          |    |   |    |    |    |    |    |    |   |    |   |   |   |   |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  | Prove-<br>nienz |                               |       |
|----------------------------------------------|-----------------|-----------------------|----------|----|---|----|----|----|----|----|----|---|----|---|---|---|---|----|----|---|---|----|----|----|----|----|----|---|--|-----------------|-------------------------------|-------|
| Nr.                                          | N a m e         | Proz.<br>X            | 36       | 13 | 5 | 22 | 38 | 25 | 14 | 12 | 24 | 9 | 17 | 6 | 7 | 3 | 8 | 20 | 35 | 2 | 4 | 23 | 11 | 10 | 18 | 19 | 15 | 1 |  |                 |                               |       |
| 36                                           | Burgjoh         | 19,17                 | -        | -  | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - | -  | - | - | - | - | -  | -  | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - |  |                 |                               |       |
| 13                                           | Westerhof 53a   | 17,73                 | -        | -  | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - | -  | - | - | - | - | -  | -  | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - |  |                 |                               |       |
| 5                                            | G6rowo          | 16,13                 | -        | -  | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - | -  | - | - | - | - | -  | -  | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - |  |                 |                               |       |
| 22                                           | Lauterbach      | 15,47                 | -        | -  | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - | -  | - | - | - | - | -  | -  | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - |  |                 |                               |       |
| 38                                           | Chausseehaus    | 15,33                 | -        | -  | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - | -  | - | - | - | - | -  | -  | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - |  |                 |                               |       |
| 25                                           | Rötgen          | 14,38                 | -        | -  | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - | -  | - | - | - | - | -  | -  | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - |  |                 |                               |       |
| 14                                           | Oderhaus        | 13,99                 | -        | -  | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - | -  | - | - | - | - | -  | -  | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - |  |                 |                               |       |
| 12                                           | Westerhof 78    | 13,73                 | -        | -  | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - | -  | - | - | - | - | -  | -  | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - |  |                 |                               |       |
| 24                                           | Kastellaun      | 13,68                 | -        | -  | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - | -  | - | - | - | - | -  | -  | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - |  |                 |                               |       |
| 9                                            | Zwiessel I, 5   | 13,44                 | -        | -  | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - | -  | - | - | - | - | -  | -  | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - |  |                 |                               |       |
| 17                                           | Reit im Winkel  | 12,97                 | -        | -  | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - | -  | - | - | - | - | -  | -  | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - |  |                 |                               |       |
| 6                                            | Cottbus         | 12,53                 | -        | -  | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - | -  | - | - | - | - | -  | -  | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - |  |                 |                               |       |
| 7                                            | Rothenkirchen   | 12,28                 | -        | -  | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - | -  | - | - | - | - | -  | -  | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - |  |                 |                               |       |
| 3                                            | Goldap          | 11,38                 | -        | -  | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - | -  | - | - | - | - | -  | -  | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - |  |                 |                               |       |
| 8                                            | Oberhof         | 11,30                 | -        | -  | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - | -  | - | - | - | - | -  | -  | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - |  |                 |                               |       |
| 0                                            | Val Vierende    | 11,28                 | -        | -  | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - | -  | - | - | - | - | -  | -  | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - |  |                 |                               |       |
| 15                                           | Dieburg         | 10,84                 | -        | -  | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - | -  | - | - | - | - | -  | -  | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - |  |                 |                               |       |
| 2                                            | Grödtal         | 10,73                 | -        | -  | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - | -  | - | - | - | - | -  | -  | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - |  |                 |                               |       |
| 4                                            | Borki           | 10,25                 | -        | -  | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - | -  | - | - | - | - | -  | -  | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - |  |                 |                               |       |
| 3                                            | Stryck          | 10,15                 | -        | -  | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - | -  | - | - | - | - | -  | -  | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - |  |                 |                               |       |
| 6                                            | Schluchsee      | 10,12                 | -        | -  | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - | -  | - | - | - | - | -  | -  | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - |  |                 |                               |       |
| 0                                            | Zwiessel V, 1   | 9,82                  | -        | -  | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - | -  | - | - | - | - | -  | -  | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - |  |                 |                               |       |
| 8                                            | Partenkirchen   | 9,63                  | -        | -  | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - | -  | - | - | - | - | -  | -  | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - |  |                 |                               |       |
| 9                                            | Valle di Fiemme | 9,39                  | -        | -  | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - | -  | - | - | - | - | -  | -  | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - |  |                 |                               |       |
| 5                                            | Lenzkirch       | 9,18                  | -        | -  | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - | -  | - | - | - | - | -  | -  | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - |  |                 |                               |       |
| 1                                            | Breasas         | 8,22                  | -        | -  | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - | -  | - | - | - | - | -  | -  | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | - |  |                 |                               |       |
| Varianz                                      |                 |                       | 36       | 13 | 5 | 22 | 38 | 25 | 14 | 12 | 24 | 9 | 17 | 6 | 7 | 3 | 8 | 20 | 35 | 2 | 4 | 23 | 11 | 10 | 18 | 19 | 15 | 1 |  |                 |                               |       |
| Varianztabelle<br>(1000 Lumen-Rastierpunkte) |                 |                       |          |    |   |    |    |    |    |    |    |   |    |   |   |   |   |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |                 |                               |       |
|                                              | FG              | SQ                    |          |    |   |    |    |    |    |    |    |   |    |   |   |   |   |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |                 | Varianzkomponenten<br>absolut | %     |
| Zwischen Provenienzen                        | 25              | 506,89                | 10,19*** |    |   |    |    |    |    |    |    |   |    |   |   |   |   |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |                 | 0,753                         | 27,5  |
| Innerhalb Provenienzen                       | 607             | 1208,70               | 1,99     |    |   |    |    |    |    |    |    |   |    |   |   |   |   |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |                 | 1,990                         | 72,5  |
| Gesamt                                       | 632             | 1715,69               |          |    |   |    |    |    |    |    |    |   |    |   |   |   |   |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |                 |                               | 2,743 |

Mittelwert: 12,49 %  
\* : Differenz gesichert (P = 5%)  
- : Differenz nicht gesichert

GB<sub>5%</sub> = 2,42Varianztabelle  
(1000 Lumen-Rasterpunkte)

| Varianz                | FG  | SQ      | MQ    | F        | Varianzkomponenten<br>absolut | %    |
|------------------------|-----|---------|-------|----------|-------------------------------|------|
| Zwischen Provenienzen  | 25  | 506,89  | 20,28 | 10,19*** | 0,753                         | 27,5 |
| Innerhalb Provenienzen | 607 | 1208,70 | 1,99  |          | 1,990                         | 72,5 |
| Gesamt                 | 632 | 1715,69 |       |          | 2,743                         |      |

Mittelwert: 12,49 %

\* : Differenz gesichert (p = 5%)

- : Differenz nicht gesichert

Die Varianztabelle zeigt, daß der Anteil der Jahrringe an der Gesamtvariation außerordentlich gering ist, während auf die Provenienzen 59,5 % zurückzuführen sind.

In Abbildung 24 sind als Vergleich auch die Werte für 1972 aus Serie 5 eingetragen, die sich nicht gesichert von denen der Serie 6 unterscheiden (t zwischen 0,49 und 1,76; FG 20), jedoch systematisch niedriger sind. Dies ist wahrscheinlich auf einen versehentlichen geringen Unterschied in der Entwässerung (Mitverwendung von Alkohol beim Waschen) der Schnitte der Serie 6 bei der Präparation zurückzuführen, der einen geringeren Quellungszustand der Zellwände in Serie 6 als bei Serie 5 verursacht. Die Aussagefähigkeit der Untersuchungen für Provenienzunterschiede wird damit nicht beeinträchtigt, da die Präparationsmethoden für jede Versuchsserie einheitlich waren.

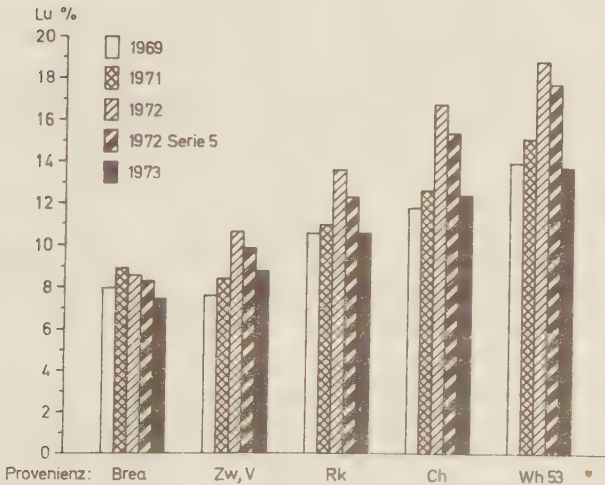


Abb. 24 Überprüfung der Gleichsinnigkeit der Schwankungen von Lumenprozenten im End-Spätholz (Serie 6)

Für die Entscheidung, ob sich ein im Jugendstadium erfaßbares Merkmal für die Beurteilung von Provenienzen eignet, ist wichtig, ob und gegebenenfalls in welchem Zusammenhang dieses Merkmal mit anderen Parametern für die Wuchsleistung steht. Bei Fichten in der Jungwuchsphase ist hierbei vor allem die Höhenwuchsleistung heranzuziehen. Da die Bäume je Provenienz eine Zufallsstichprobe aus jeweils einer Parzelle darstellen, wurden die Parzellenmittelhöhen 1972 (ohne die zwei Jahre jüngeren drei Provenienzen des Baltischen Landrückens) zu den Lumenanteilen des End-Spätholzes der Serie 5 in Beziehung gesetzt. Dabei waren die Werte mit  $r = 0,74^{***}$  ( $t = 4,97$ ; FG 21) korreliert und der Zusammenhang kann durch die lineare Regression

$$\text{Parzellen-Höhe 1972} = 1,283 + 0,092 \text{ Lumenprozent}$$
erfaßt werden. Der Regressionskoeffizient ist mit  $t = 4,98^{***}$  abgesichert.

Die Durchschnittshöhen 1972 von 14 Provenienzen, die auf allen 15 Versuchsflächen des gesamten Versuches angebaut sind, weisen mit den auf der Versuchsfläche Reinhardshagen ermittelten Lumenprozenten des End-Spätholzes der Serie 5 eine Korrelation von  $r = 0,73^{**}$  ( $t = 3,75$ ; FG 12) auf. Die Beziehung dieser beiden Größen kann am besten durch eine lineare Regression (Irrtumswahrscheinlichkeit für Linearität 0,3 %) der Form

$$\text{Gesamt-Durchschnittshöhe 1972} = 2,142 + 0,092 \text{ Lumenprozent}$$
dargestellt werden (Abb. 25). Der Regressionskoeffizient ist mit  $t = 3,77^{**}$  abgesichert.

Es zeigt sich hiermit, daß zwischen dem Lumenanteil im End-Spätholz und der Wuchsleistung ein enger Zusammenhang besteht. Diese Beziehung trifft nicht nur bei einem Vergleich für die Parzellen des Ortes der Entnahme der Holzproben zu, sondern wird durch den Mittelhöhenvergleich der Gesamtheit der teilweise standörtlich sehr unterschiedlichen Versuchsflächen bestätigt. Eine Ermittlung des Umweltanteiles an der Gesamtvariation des Lumenanteiles im End-Spätholz erfordert dessen Untersuchung an Proben der gleichen Provenienzen von verschiedenen Versuchsorten. Diese Erhebung wäre über den Rahmen der vorliegenden Arbeit hinausgegangen.

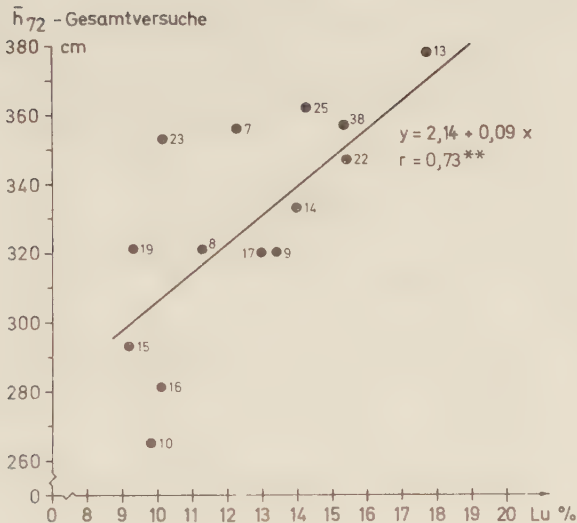


Abb. 25 Abhängigkeit der Gesamtdurchschnittshöhe 1972 von 14 Kernprovenienzen von ihrem Lumenanteil im End-Spätholz des Jahrringes 1972 (Serie 5)

#### 4322 Fichten-Provenienzversuch 1925

Wegen der beschränkten Probebaumzahl und der einseitigen Erfassung unter- und zwischenständiger Bäume ist eine eingehende Auswertung dieser Meßdaten nicht vertretbar, die Ergebnisse können jedoch als Hinweise für das Stangenholzstadium dienen. Bei der Interpretation der Ergebnisse der Serie 7 ist auch zu berücksichtigen, daß für die Provenienz Kynast in der Periode 1940 - 1942 nur 3 Probebäume ausgewertet werden konnten, die Jahrringe der anderen Probebäume hatten in dieser Zeitspanne Reaktionsholz. Trotz erheblicher jährlicher Schwankungen bleibt die Rangordnung der Provenienzen in den Aufnahmejahren weitgehend erhalten (Abb. 26 ).

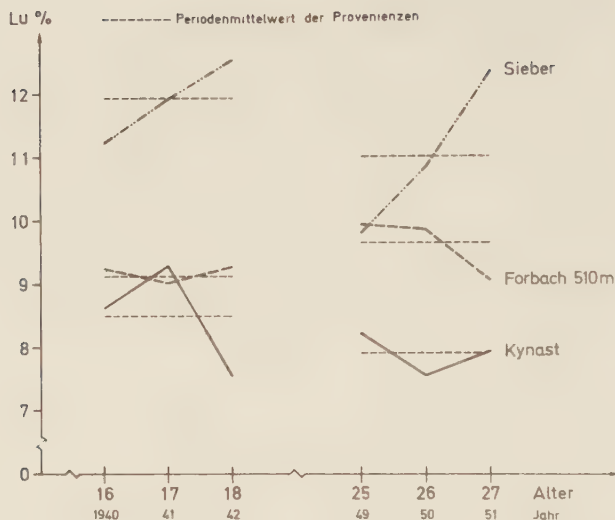


Abb. 26 Entwicklung der Lumenprozent im End-Spätholz in der Altersspanne 16 - 27 bei drei Provenienzen des Provenienzversuches 1925 (Serie 7)

Mit getrennten Varianzanalysen wurde für jede Provenience geprüft, ob die Unterschiede der Jahrringwerte für das Merkmal Lumenprozent im End-Spätholz gesichert sind. Es wurden hierfür die Meßwerte der Jahre 1940 - 1942 und 1949 - 1951 verwendet (Serie 7).

Varianzanalysen für drei Provenienzen  
(1000 Lumen-Rasterpunkte)

| Provenienzen<br>Name | Mittel-<br>wert | Jahrringe |       |       | Rest |        |       | F-Wert    |
|----------------------|-----------------|-----------|-------|-------|------|--------|-------|-----------|
|                      |                 | FG        | SQ    | MQ    | FG   | SQ     | MQ    |           |
| Forbach 510 m        | 9,36            | 5         | 0,923 | 0,185 | 48   | 65,888 | 1,373 | 0,13 n.s. |
| Sieber               | 11,45           | 5         | 5,223 | 1,045 | 47   | 47,731 | 1,016 | 1,03 n.s. |
| Kynast               | 8,02            | 5         | 1,034 | 0,207 | 38   | 35,709 | 0,940 | 0,22 n.s. |

Da für keine Provenienz gesicherte Unterschiede gegeben sind, erschien es zur Ermittlung einer orientierenden Schätzgröße vertretbar, mit den Provenienz-Mittelwerten je Zeitperiode des Merkmales Lumen-Rasterpunkte im End-Spätholz eine Varianzanalyse für die Herleitung der Anteile von Provenienz und Jahrring an der Gesamtvarianz vorzunehmen.

Varianztabelle  
(1000 Lumen-Rasterpunkte)

| Varianz-<br>ursache | FG | SQ    | MQ    | F         | Varianz-<br>komponente<br>% |
|---------------------|----|-------|-------|-----------|-----------------------------|
| Provenienzen        | 2  | 3,528 | 1,764 | 21,78***  | 77,5                        |
| Jahrringe           | 5  | 0,114 | 0,023 | 0,28 n.s. | -                           |
| Rest                | 10 | 0,812 | 0,081 |           | 22,5                        |
| Gesamt              | 17 | 4,454 |       |           |                             |

Auch im Stangenholzstadium dürfte der überwiegende Teil der Varianz auf die Provenienzen zurückzuführen sein (77,5 %), während die Jahrringe offensichtlich keinen Einfluß ausüben. Diese Ergebnisse stimmen überein mit den Werten für den Provenienzversuch 1959 (Serie 6, Abschn. 4321), bei dem genügend Probebäume je Provenienz verfügbar waren.

#### 4323 Fichtenbestand, FA Gahrenberg, Abt. 235

Da kein Provenienzversuch im Baumholzalter für Untersuchungen zur Verfügung stand, konnte nur an einem Bestand unbekannter Herkunft geprüft werden, wie sich der Lumenanteil im End-Spätholz im Laufe des Bestandeslebens entwickelt. Die Unterschiede zwischen den Jahrringen (Abb. 27) sind nach der Varianzanalyse mit den Lumen-Rasterpunkten gesichert.

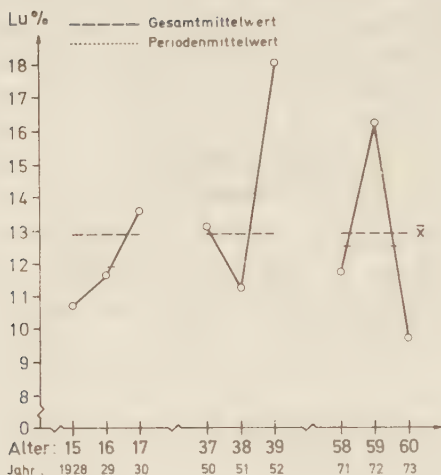


Abb. 27 Entwicklung des Lumenprozentes im End-Spätholz in der Altersspanne 15 - 60 in einem Bestand unbekannter Provenienz

Varianztabelle  
 (1000 Lumen-Rasterpunkte)

| Varianz-<br>ursache  | FG  | SQ      | MQ     | F-Wert  |
|----------------------|-----|---------|--------|---------|
| Zwischen Jahrringen  | 8   | 119,030 | 14,878 | 9,76*** |
| Innerhalb Jahrringen | 161 | 245,390 | 1,524  |         |
| Gesamt               | 169 | 364,420 |        |         |

Der Verlauf der Zeitkurvenstücke (Alter 15 - 17, 37 - 39 und 58 - 60) läßt jedoch keinen eindeutig auf- oder abwärts gerichteten Trend erkennen, besonders wenn die großen Abstände zwischen den Zeitperioden berücksichtigt werden. Werden die Mittelwerte

der Zeitperioden auf der Grundlage der Jahresmittelwerte verglichen, sind die Unterschiede nicht gesichert. Es ist daher für den untersuchten Bestand im Alter zwischen 15 und 61 Jahren keine grundlegende Änderung im Lumenanteil im End-Spätholz nachweisbar. Der Mangel an Vergleichsbeständen mit gesicherter Provenienz erlaubte nicht, das Fortbestehen der Provenienzünterschiede, wie sie sich bis zum Stangenholzalter im Provenienzversuch 1925 ergeben haben, auch für das Baumholzalter nachzuweisen.

Mittelwertvergleich  
(1000 Lumen-Rasterpunkte)

|                    | Z e i t p e r i o d e |                 |                  |
|--------------------|-----------------------|-----------------|------------------|
|                    | 1928-1930<br>I        | 1950-1952<br>II | 1971-1973<br>III |
| Periodenmittelwert | 3,94                  | 4,65            | 4,12             |
| N                  | 3                     | 3               | 3                |
| s <sup>2</sup>     | 0,237                 | 0,338           | 1,182            |

$$s_d \quad I/II : 0,725 \quad t = 0,98 \text{ n.s. (FG 4)}$$

$$s_d \quad I/III : 0,688 \quad t = 0,26 \text{ n.s. (FG 4)}$$

$$s_d \quad II/III : 0,916 \quad t = 0,58 \text{ n.s. (FG 4)}$$

Ergebnis

Die Benutzung eines CLASSIMAT-Gerätes ermöglicht die automatische quantitative Analyse von Mikrotomschnitten eines umfangreichen Probematerialies und zeigt für das Meßmerkmal Lumenanteil im End-Spätholz folgende Ergebnisse:

- Für 26 Provenienzen werden gesicherte Unterschiede im Jahrring Alter 14 ermittelt ebenso ergeben sich für die Provenienzen gleichsinnige Schwankungen des untersuchten Merkmales in verschiedenen Jahrringen.

- Die Absicherung der Provenienzmittelwerte läßt eine Einordnung in vier Gruppen unterschiedlichen Lumenanteiles zu.
- Zwischen Lumenanteilen im End-Spätholz und durchschnittlichem Höhenwuchs im Alter 14 besteht ein enger, hochsignifikant gesicherter Zusammenhang.
- Bei den im Stangenholzalder untersuchten 3 Provenienzen treten die für die Altersspanne 15 - 17 festgestellten Unterschiede auch in der Altersspanne 25 - 27 auf, die Mittelwerte der beiden Altersspannen je Provenienz schwanken nur im Zufallsbereich.
- Für ein Baumholz unbekannter Provenienz bestehen keine Unterschiede der Mittelwerte des Lumenanteiles im End-Spätholz für die Jahrringgruppen Alter 15 - 17, 37 - 39 und 58 - 60.

5     D i s k u s s i o n

Die langen Produktionszeiträume von Waldbaumarten wie Fichte erfordern die Bereitstellung von Pflanzenmaterial, aus dem Bestände mit guter Wuchsleistung und hoher Widerstandsfähigkeit gegenüber biotischen und abiotischen Schädigungen sowie mit günstigen Holzeigenschaften erzogen werden können. Die Massenauslese durch Provenienzwahl ist einer der ersten Züchtungsschritte, der zu einer Erhöhung der Leistungsfähigkeit führt und zugleich mit verhältnismäßig geringen Kosten verbunden ist. Bei der Auswahl von Saatguterntebeständen aufgrund ihres Erscheinungsbildes besteht jedoch die Gefahr einer indirekten Standortsbontierung, da der Einfluß der Umwelt auf den Phänotyp einer Population nur durch Versuche abgegrenzt werden kann, die damit für eine langfristig richtige Provenienzwahl unbedingt erforderlich sind (FRÖHLICH 1966).

51     Beeinflussung des Jugendwachstums durch Erbanlagen und Umwelt

Der Hessische Fichten-Provenienzversuch 1959 wurde gezielt auf Flächen angelegt, die nach der derzeitigen Kenntnis der Standortsanforderungen der Waldbaumarten weitgehend für den Fichtenanbau geeignet sind (Übers. 2). Die Mittelhöhen der einzelnen Versuchsflächen liegen ohne Berücksichtigung des Extremtests Hofbieber gleichmäßig verteilt in einem Bereich von  $\pm 40\%$  um den Gesamt-Mittelwert (1970) von 227 cm und verdeutlichen die breite Streuung der Versuchsanlage. Zugleich bringt diese starke und gesicherte Differenzierung der Versuchsflächen den großen Einfluß der Umwelt auf den Höhenwuchs aller Fichtenprovenienzen während der Jungwuchsphase zum Ausdruck. Damit ergibt sich ein standörtlich bestimmter Leistungsrahmen, in dem die einzelnen Fichtenprovenienzen entsprechend ihrer genetischen Veranlagung unterschiedliche Entwicklung zeigen. Vorrangiges Ziel eines Provenienzversuches ist es festzustellen, welche Provenienzen oder Provenienzgruppen den gegebenen Standortverhältnissen großräumlich oder in kleineren abgegrenzten Gebieten am besten gerecht werden.

Die 20 autochthonen Provenienzen des Versuches repräsentieren die wichtigsten Teile der natürlichen Fichten-Verbreitungsgebiete zwischen Südschweden und Dolomiten sowie Schwarzwald und Thüringer Wald/Bayerischer Wald. Die Einbeziehung von 7 nicht-autochthonen Sonderherkünften des Herkunftsgebietes Westdeutsches Bergland läßt Schlüsse auf die für eine gleichmäßige Saatgutversorgung wichtigen Erntebestände unbekannten Ursprungs zu. Die Kombination von breiter, räumlicher Streuung, repräsentativem Pflanzmaterial und einheitlicher Versuchsanlage stellt eine wesentliche Besonderheit dieses Versuches dar und erlaubt die Herleitung zusammenfassender Kennzahlen für 15 Kernprovenienzen. Um die züchterisch wichtigen Provenienzen des Baltischen Landrückens trotz eines um 2 Jahre geringeren Alters und beschränkter Pflanzenzahl in die Beurteilung einzubeziehen, wurden sie als Auswertungseinheit zusammengefaßt, wie eine Kernprovenienz behandelt und bei der vergleichenden Bewertung der Wuchsleistung durch die nach dem Alter extrapolierten Schätzwerte erfaßt.

Die Ergebnisse der Vollaufnahme 1970 als wichtigster Bestandteil der Auswertung zeigen, daß im Alter 12 etwa 15 % der Gesamtstreuung auf die Provenienz zurückgeführt werden können, während die Anteile der Versuchsorte 63 % und der Wechselwirkungen Provenienz/Versuchsorte 9 % betragen. In diesen Werten kommt einerseits die breite Standortsstreuung der Versuchsfläche zum Ausdruck, zum anderen zeigt sich, daß die genetische Beeinflussung des Höhenwachstums bei Fichte im Vergleich zu beispielsweise Lärche geringer ist. Für die ebenfalls im Hessischen Bergland gelegenen, teilweise Lärchen-Grenzstandorte erfassenden und nahezu gleichaltrigen Versuchsflächen des II. Internationalen Lärchen-Provenienzversuches 1958/59 beträgt der genetische Anteil an der Gesamtstreuung 21 % und der von Versuchsorten 31 % (DIETZE 1974).

Die Provenienzmittelwerte für den gesamten Versuch (Gesamtmittelwerte) schwanken 1970 zwischen 1,83 m für Zwiesel V und 2,65 m für Westerhof 53, deren Höhe damit 144 % der Leistung der geringwüchsigen Provenienz beträgt. Wird die nach dem Alter berichtigte

Höhenwuchsleistung des Baltischen Landrückens von 3,06 m für den Vergleich benutzt, beträgt die Durchschnittshöhe der wüchsigsten Provenienz 167 % derjenigen der langsamwüchsigsten. Bei dem 1937 von RUBNER angelegten Fichten-Provenienzversuch schwankt im Alter 14 auf den räumlich weit gestreuten und standörtlich sehr unterschiedlichen Versuchsflächen Bischofsreut, Baidt, Güglingen und Obertal dieses Verhältnis zwischen 144 und 166 %, für die sehr stark durch Spätfrost geschädigte Fläche Spechtshausen beträgt es 213 %. Bei dem von SCHMIDT-VOGT (1972 c) im Jahre 1959 ausgesäten Versuch mit Bestandesabsaaten für die Fichte des Sachsenrieder Forst betrug das gleiche Verhältnis 159 %, während es sich bei dem Provenienzversuch des Jahres 1959 in Schleswig-Holstein auf 139 % belief (MASCHNING und LANGNER 1971). Derartige Gegenüberstellungen sind zwar stark von der Zusammensetzung des Versuchsmateriales abhängig, zeigen jedoch, daß die Ergebnisse des untersuchten Provenienzversuches innerhalb des Rahmens älterer Fichten-Provenienzversuche liegen.

Im Vergleich zu Fichte betragen die Höhenwuchsleistungen der jeweils wüchsigsten Provenienz in Prozent der geringwüchsigsten im vergleichbaren Alter bei Versuchen mit Douglasie (Alter 18) 251 % (KANZOW, zit. von FLÖHR 1954), für Kiefer in Hessen (Alter 7) 154 % (ECKSTEIN 1963) und für Lärche (Alter 21) 190 % (SCHOBER und FRÖHLICH 1967).

Die weitgehende Einheitlichkeit der Entwicklung von Fichtenprovenienzen während des Jungwuchsstadiums kommt in der straffen Korrelation ( $r$  zwischen 0,76 und 0,98) zum Ausdruck, die sowohl zwischen den Versuchsort-Mittelhöhen der Provenienzen untereinander als auch zwischen den Versuchsort-Mittelhöhen der Provenienzen und den Gesamtmittelhöhen je Versuchsort bestehen. Dieses Verhältnis kann stets am besten durch eine lineare Regression dargestellt werden. Bis auf wenige Ausnahmefälle können 80 % der Streuung der Höhe einer Provenienz durch die einer anderen oder die der Versuchsflächen-Mittelhöhe erfaßt werden. Für die Überprüfung dieser Aussage konnten in der Literatur keine vergleichbaren Werte gefunden werden, da kein so umfassender und einheitlicher Fichten-Provenienzversuch unter ähnlichen Umweltbedingungen bekannt ist.

Die Beurteilung der Provenienzen wird bei der vorliegenden Untersuchung weitgehend vom Höhenwuchs abgeleitet, da Durchmesser nicht aufgenommen werden konnten und die Beeinträchtigung des Höhenwachstums durch biotische und abiotische Schadursachen im beobachteten Entwicklungszeitraum keine stark provenienzgebundenen Unterschiede aufweist. Durch Hallimasch (*Armillaria mellea*) sind keine nennenswerten Schäden verursacht worden und keine der Versuchsflächen ist eine ausgesprochene Spätfrostlage mit entsprechender lang dauernder Schädigung der frühtreibenden Provenienzen (WEISSWANGE und GÄRTNER 1928; MÜNCH 1949). Schäden durch Schneedruck sind im Beobachtungszeitraum auch auf den höher gelegenen Versuchsflächen (Hofbieber, Willingen, Hermeskeil, Idar-Oberstein) nicht festzustellen, mit zunehmendem Alter können jedoch durch Schnee- und Duftbruch erhebliche Verschiebungen in der Ertragsleistung auftreten. Auf die Bedeutung der oft eng begrenzten klimatischen und standörtlichen Einflüsse haben in diesem Zusammenhang ROHMEDER und BEUSCHEL (1970) bei der Auswertung des Fichten-Provenienzversuches 1937 hingewiesen. Bei der Provenienzwahl für einen gegebenen Standort muß dieser Resistenzeigenschaft große Bedeutung beigemessen werden. In der Jungwuchsphase sind Schneebruchschäden bei Fichte nahezu unbekannt, es ist daher in der Beurteilung der Provenienzen, soweit erforderlich, auf das Verhalten der Mutterbestände zurückzugreifen.

Die Provenienzunterschiede des vorliegenden Versuches sind so ausgeprägt, daß fünf Provenienzgruppen abgegrenzt werden können. Hervorragende Leistungen zeigen Westerhof 53 und Baltischer Landrücken, während die übrigen autochthonen Provenienzen des Harzvorlandes, der unteren Lagen des Thüringer Waldes und der Niederlausitz gemeinsam mit den nicht autochthonen Provenienzen des Herkunftsgebietes Westdeutsches Bergland (Ausnahme Burgjoß) eine Gruppe mit gutem Höhenwuchs bilden. Innerhalb dieser Gruppe sind die Provenienzen nicht gesichert unterschieden. Die oberen Lagen von Harz, Thüringer Wald, Bayerischem Wald und Alpen (Ausnahme Partenkirchen) weisen mittleren Höhenwuchs auf, während die Schwarzwald-Provenienzen sowie Partenkirchen und Burgjoß nur geringwüchsig sind. Den langsamsten Wuchs zeigt Zwiesel V.

Die Fichten des Gebietes Westerhof sind von alters her wegen ihrer langen Schäfte, guten Stammform und hohen Holzqualität bekannt und erreichen auf besten Standorten einen  $DGZ_{max}$  von 15 Vfm (BORCHERS 1967). Diese Wuchsuperlegenheit bestätigt sich auch im vorliegenden Versuch, da Westerhof 53 auf nahezu allen Flächen (Ausnahme Hunsrück) eine Spitzenstellung einnimmt. Der waldbauliche Wert dieser Provenienz wird weiterhin dadurch erhöht, daß durch mittleren Austrieb nur eine begrenzte Spätfrostgefährdung vorliegt und die Anfälligkeit gegenüber anderen Schädigungen (Frost, Zwiesel- und Gallenbildung, kleine Fichtenblattwespe, Fichtentriebwickler) dem Versuchsdurchschnitt entspricht. Die Einordnung von Westerhof 78 in die Gruppe der gutwüchsigen Provenienzen sowie die Einstufung als frühtreibend bestätigen, daß innerhalb eng begrenzter Herkunftsgebiete zwischen den Beständen beachtenswerte Unterschiede auftreten können (FISCHER 1949).

Baltischer Landrücken ist durch besondere Wüchsigkeit, überwiegend spätes Austreiben und Leistungsstabilität gekennzeichnet und entspricht damit den Ergebnissen des Provenienzversuches 1937. Aufgrund dieses Versuches wird die Provenienz Borki (Teil der Auswertungseinheit Baltischer Landrücken) als eine Art "Universalrasse" angesprochen (RUBNER 1957), wenn auch WEISS und HOFFMANN (1969) im Hinblick auf die nur mittlere Leistung auf den Versuchsflächen Oberstadt und Baidt diese Feststellung einschränken. In dem Gahrenberger Fichten-Provenienzversuch 1925 ist die zum Gebiet des Baltischen Landrückens gehörende Provenienz Uszballen im Alter von 33 Jahren in der Spitzengruppe (FRÖHLICH 1966). GØHRN (1966) weist darauf hin, daß bei einer Gesamtbeurteilung der europäischen Flächen des IUFRO-Fichtenprovenienzversuches von 1938 die Herkünfte aus dem Bereich des Baltischen Landrückens allgemein gute Rangplätze einnehmen. Die im vorliegenden Versuch überdurchschnittliche Streuung der Versuchsflächenwerte um den Gesamtmittelwert dürfte in erheblichem Umfang auf die Zusammenfassung verschiedener, auch nach ihrem Lumenanteil im End-Spätholz differenzierter Provenienzen zu einer Auswertungseinheit zurückzuführen sein und ist deshalb von untergeordneter Bedeutung.

Die aus den tieferen Lagen des Thüringer Waldes stammende autochthone Provenienz Rothenkirchen zählt ebenfalls zur Spitzengruppe des Versuches und zeigt vor allem auf guten Standorten hohe Wachstumsleistungen. Sie ist den frühtreibenden Provenienzen zuzurechnen und wird gering über dem Versuchsdurchschnitt von Schäden betroffen.

Bei den nicht-autochthonen Provenienzen des Herkunftsgebietes Westdeutsches Bergland handelt es sich um sogenannte Sonderherkünfte. Für die Auswahl dieser Erntebestände war es neben der phänotypischen Überlegenheit gegenüber anderen Beständen des gleichen Gebietes wichtig, daß sich ihre Nachkommenschaften bereits langjährig in der forstlichen Praxis bewährt hatten. In der Fähigkeit, Standortunterschiede auszunutzen, entsprechen die beiden frühtreibenden Provenienzen Stryck und Chausseehaus dem Versuchsdurchschnitt, jedoch streuen für Chausseehaus die Versuchsflächenwerte geringer, so daß eine sehr viel höhere Adaptationsfähigkeit kennzeichnend ist. Rötgen zeigt im Rahmen der untersuchten Provenienzen die beste Fähigkeit, auf eine Verbesserung des Standortes durch erhöhten Höhenwuchs zu reagieren (hoher Regressionskoeffizient nach FINLAY-WILKINSON). Ein Vergleich der Nadelrockengewichte für die Versuchsflächen Hofbieber und Nentershausen bestätigt dies, da das Verhältnis der entsprechenden Gewichte dieser beiden Flächen für Rötgen 1:52 beträgt, während es für Zwiesel V nur 1:7 erreicht (FRÖHLICH 1969). Insgesamt gesehen ähnelt Rötgen in Wachstumsleistung, Reaktion auf Standortunterschiede, phänologischem Verhalten und Schadanfälligkeit weitgehend Westerhof 53. Die Versuchsflächenmittelwerte beider Provenienzen sind mit  $r = 0,93$  korreliert, so daß 86 % der Variabilität von Rötgen aus der von Westerhof 53 vorausgesagt werden können.

Die weitgehende Übereinstimmung im Wachstumsverhalten zwischen den nicht-autochthonen Provenienzen des Herkunftsgebietes Westdeutsches Bergland und den autochthonen Provenienzen des Harzvorlandes und des Thüringer Waldes steht in Einklang mit der Auffassung, daß während der Periode intensiver Fichten-Aufforstungen im 19. Jahr-

hundert im Hessischen Bergland in großem Umfange Saatgut aus dem Harz und dem Thüringer Wald verwendet wurde (ROSSMÄSSLER 1967).

In der Gruppe der Provenienzen aus den Alpen und den höheren Lagen von Mittelgebirgen (außer Schwarzwald, Partenkirchen, Zwiesel V) heben sich Oderhaus und Valle di Fiemme durch hohe Leistungsstabilität, auch unter ungünstigen Standortverhältnissen, hervor. Darüber hinaus sind sie durch mittleren Austrieb und dem Versuchsdurchschnitt entsprechende Schadanfälligkeit als umweltstabile Provenienzen anzusprechen. Beide Nachkommenschaften stammen von sehr unzugänglich gelegenen Reliktbeständen ab, in denen möglicherweise eine höhere Anpassungsfähigkeit an veränderte Umweltbedingungen erhalten blieb als in den durch menschliche Eingriffe veränderten Populationen.

Die Einstufung der Schwarzwald-Provenienzen als geringwüchsig steht mit der zusammenfassenden Beurteilung des Fichten-Provenienzversuches 1937 durch WEISS und HOFFMANN (1969) sowie die des Fichten-Provenienzversuches Gahrenberg von 1925 durch FRÖHLICH (1966) im Einklang und findet Bestätigung in den niedrigen Lumenanteilen im End-Spätholz. Der Ursprung dieser Provenienzen in den Hochlagen des Schwarzwaldes legt den Schluß nahe, daß sie zwar langsamwüchsig, jedoch besonders widerstandsfähig gegen Schneebruch sind. Dies trifft aber für die in der Schneebruchzone des Thüringer Waldes liegende Fläche des Provenienzversuches 1937 nicht zu, da die dort angebaute Provenienz Lenzkirch (1000 - 1100 m) gegenüber nahezu allen anderen Provenienzen aus den herzynischen Gebirgen (6) höhere Schneebruchschäden aufweist. Es ist daher bei zukünftigen Aufnahmen des vorliegenden Versuches besonderes Augenmerk auf die Erfassung der Schneebruchanfälligkeit zu legen, so daß auch eine abschließende Beurteilung der Provenienz Zwiesel V möglich wird, die wegen des Vorherrschens der Plattenfichten im Erntebestand für extreme Schneebruchlagen zunächst geeignet erscheint.

Die geringe Wuchsleistung von Partenkirchen scheint in einem gewissen Gegensatz zu stehen zu der Beurteilung im Versuch von 1937, in dem eine Partenkirchener Provenienz aus 1250 m Seehöhe zur Spitzengruppe zählt. Nach der Geländeausformung dieses Herkunftsgebietes ist es wahrscheinlich, daß sich die Fichtenpopulationen nach Höhengürteln unterscheiden. Die im vorliegenden Versuch angebaute Provenienz Partenkirchen wurde in 1650 - 1750 m Seehöhe nahe der Waldgrenze geerntet und ist damit eindeutig den Hochlagen zuzurechnen (RUBNER 1949). Auf die verminderte Wuchsleistung von Hochlagenprovenienzen gegenüber solchen aus geringerer Seehöhe hat bereits ENGLER (1913) hingewiesen.

Die geringe Höhenwuchsleistung der unter Berücksichtigung von Wüchsigkeit, Feinastigkeit und ausgeglichener Kronenform ausgewählten Provenienz Burgjoß kann als Beispiel dafür gelten, daß der durch Umweltfaktoren und besonders waldbauliche Behandlung beeinflusste Phänotyp nicht immer der genetischen Veranlagung entspricht. Dies wird durch die Ergebnisse eines Fichten-Provenienzversuches in Schleswig-Holstein bestätigt, bei dem die Nachkommenschaften von 20 anerkannten Beständen dieses Gebietes im Alter 13 gleichmäßig verteilt um den Mittelwert von insgesamt 48 Prüfgliedern liegen. Durch die phänotypische Auswahl dieser Bestände wurde keine Steigerung der Höhenwuchsleistung erzielt (MASCHNING und LANGNER 1971).

Kronenform und Verzweigungstyp sind bei Fichte frühestens im Jungbestand erkennbar, so daß eine Ansprache während der Jugendphase nicht möglich ist. Die Ergebnisse der Kronenbreitenmessung bei der Aufnahme 1970 zeigen, daß sich die Provenienzen zwar hochsignifikant in diesem Merkmal unterscheiden, daß es aber genetisch weniger kontrolliert als die Höhe ist, da der Varianzanteil der Provenienzen für die Kronenbreite nur 9 % beträgt gegenüber 15 % für die Höhe. Darüber hinaus ist die Kronenbreite eng mit der Höhe korreliert ( $r = 0,97$ ), so daß kein Informationsgewinn durch Kronenbreitenmessungen in der Jungwuchsphase zu erwarten ist und daher bei künftigen Aufnahmen in dieser Altersstufe auf solche Messungen verzichtet werden kann.

Für die Kennzeichnung des Jugendwachstums der Fichte sind aus dem vorliegenden Versuch nachstehende Folgerungen zu ziehen:

- Während der Jugendentwicklung treten zwischen Fichten-Provenienzen gesicherte Unterschiede im Höhenwachstum auf, die in erheblichem Umfange, wenn auch geringer als bei anderen untersuchten Baumarten, genetisch bedingt sind.
- Im Alter von 12 Jahren sind die wüchsigsten Provenienzen im Gesamtdurchschnitt des Versuches der langsamwüchsigsten um mindestens 45 % im Höhenwuchs überlegen.
- Das Verhältnis der Höhenwuchsleistung der Provenienzen ist auf allen Versuchsflächen weitgehend gleich.
- Der durchschnittliche Höhenwuchs aller Provenienzen wird in dem durch die Versuchsflächen repräsentierten Raum stark vom Standort des jeweiligen Anbauortes bestimmt.
- Die Provenienzen des Baltischen Landrückens, Harzvorlandes, der unteren Lagen des Thüringer Waldes und die Sonderherkünfte des Herkunftsgebietes Westdeutsches Bergland zeigen allgemein gute Höhenwuchsleistungen, die weitgehend nicht gesichert voneinander unterschieden sind. Die Provenienzen der oberen Lagen des Schwarzwaldes und des Bayerischen Waldes zeigen die langsamste Höhenentwicklung.

### Frühtestmerkmale

Eine möglichst frühzeitige Ansprache der Wuchseigenschaften ist für die Forstpflanzenzüchtung sehr wichtig, da der Beobachtungszeitraum zwischen den einzelnen Züchtungsschritten nicht jeweils den überwiegenden Teil einer Umtriebszeit umfassen kann. In der gemäßigten Zone bilden nur Pappeln und wenige andere schnellwachsende Baumarten eine gewisse Ausnahme. Die Notwendigkeit und Bedeutung derartiger Untersuchungen wurden deshalb früh erkannt und immer wieder hervorgehoben (LANGLET 1936; SCHRÖCK 1956; ROHMEDER und SCHÖNBACH 1959 u.a.). SCHMIDT (1957) und NANSON (1968) vermittelten umfassende Übersichten über Möglichkeiten und Aufnahmemerkmale für derartige Untersuchungen, so daß auf die Darstellung der möglichen Frühtestmerkmale (Trockensubstanzgehalt von Nadeln und Sämlingen, phototropische Reaktion, Johannistriebhäufigkeit u.a.) verzichtet wird. Entscheidend für die züchterische Arbeit ist nicht nur eine frühzeitige Aussage über die voraussichtliche Entwicklung eines Merkmales, sondern auch über den Grad der Beeinflussung durch Genotyp und Umwelt. Der Umfang der erforderlichen Untersuchungen läßt nur die Anwendung verhältnismäßig einfach erfaßbarer Merkmale zu.

Bei Fichte sind Massenleistung und Resistenzverhalten die ausschlaggebenden Eigenschaften. In der Frühanprache von Resistenzeigenschaften bei Fichten-Provenienzen nimmt die Widerstandsfähigkeit gegen Spätfrost und in nordischen Gebieten gegen Winterfrost eine besondere Stellung ein (MÜNCH 1949; DIETRICHSON 1968; KIELLANDER 1970). Die Züchtung auf erhöhte Widerstandsfähigkeit gegen Schäden durch Immissionen, Wild und pathogene Erreger geht vornehmlich vom Einzelstamm aus, da für derartige Fragestellungen die mit einer Provenienzauswahl vorgenommene Massenauslese nur begrenzte Erfolgsmöglichkeiten erkennen läßt.

Da Höhenwuchs und Massenleistung in engem Zusammenhang stehen, ist die Höhe ein Wuchsleistungsmerkmal, das frühzeitig, einfach und bis zum Ende der Jungwuchsphase sicher zu bestimmen ist.

Die Höhen am Ende der Anzuchtphase und während des Jungwuchsstadiums sind bei dem vorliegenden Versuch zwar gesichert mit dem Tausendkorngewicht korreliert, es können aber nur etwa 30 % der Unterschiede der Pflanzenhöhen durch das Samengewicht erklärt werden. Die hier gefundene Aussagefähigkeit dieses Merkmales entspricht in der Größenordnung den Ergebnissen der Untersuchungen bei anderen Fichten-Provenienzversuchen (NANSON 1968). Das Tausendkorngewicht ist daher ein Merkmal, das zwar sehr frühzeitig feststellbar ist, aber nur sehr begrenzte Hinweise auf die Höhenwuchsleistung ermöglicht.

Der Zusammenhang zwischen den Höhen in der Altersspanne von 3 bis 14 Jahren ist für die Kernprovenienzen stets signifikant (Irrtumswahrscheinlichkeit unter 1 %). Die Werte sind straff korreliert, so daß von der Streuung der Höhenmittelwerte im Alter 14 50 % durch die Höhe im Alter 3 ( $r = 0,70$ ) beziehungsweise 80 % durch die Höhe im Alter 5 ( $r = 0,89$ ) erklärt werden können. Damit ist die Höhe am Ende der Anzuchtphase (in diesem Falle Alter 5) bei Fichte ein sehr gutes und einfach bestimmbares Frühtestmerkmal, wenn sichergestellt ist, daß wie beim vorliegenden Versuch die natürliche Differenzierung der Provenienzen nicht durch Gewächshauskultur, Düngung oder andere über die normale Pflege hinausgehende Maßnahmen der Pflanzenanzucht beeinflußt wird. Ein Vergleich mit einem der ältesten noch vorhandenen Fichten-Provenienzversuch in Loimannshagen zeigt, daß für diesen Versuch die Korrelation der Höhen zwischen 3 und 11 Jahren  $r = 0,91^{***}$  (NANSON 1968) beträgt und damit den gleichen Wert aufweist wie im vorliegenden Vergleichsanbau.

Die Feststellung, daß bei Fichte von der Höhe am Ende der Anzuchtphase mit großer Zuverlässigkeit auf die Höhenentwicklung im Jungwuchsalter geschlossen werden kann, ist zwar für Planung und Auswertung zukünftiger Fichten-Provenienzversuche von großer Bedeutung, läßt jedoch keine Beantwortung der entscheidenden Frage zu, welche Aussagekraft die bei dem untersuchten Provenienzversuch festgestellten Höhenwuchsunterschiede im Alter 14 für

dessen weitere Wuchsleistung haben. Hinweise für die Abschätzung dieser Aussagefähigkeit können nur längerfristig beobachtete Provenienzversuche geben. Mittel- und langfristige Meßreihen sind nur für die von CIESLAR 1896 (Österreich), von ENGLER 1899 (Schweiz) und von RUBNER 1937 (Deutschland) angelegten Provenienzversuche verfügbar. Nach den in der Literatur teilweise in geographischen Darstellungen vorliegenden Ergebnissen wurden Korrelationskoeffizienten zwischen den Provenienzmittelhöhen der Jungwuchsphase (Alter 11 - 15) und einem möglichst hohen Bestandesalter hergeleitet.

| Provenienzversuchsfläche | Auswertung                   | K o r r e l a t i o n |                                | Bemerkung                   |
|--------------------------|------------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------------|
|                          |                              | Altersspanne          | Koeffizient (gem.graph.Darst.) |                             |
| Loimannshagen            | MELZER 1937;<br>GÜNZL 1969   | 3 - 11                | 0,91***                        |                             |
|                          |                              | 3 - 58                | 0,69**                         |                             |
|                          |                              | 11 - 58               | 0,71**                         |                             |
| Spechtshausen            | WEISS u.<br>HOFFMANN 1969    | 11 - 28               | (0,31)                         | Spätfrostlage               |
| Bischofsreut             | ROHMEDER u.<br>BEUSCHEL 1970 | 11 - 32               | (0,74)                         |                             |
| Baindt                   | TROEGER 1958                 | 14 - 20               | (0,89)                         |                             |
| Güglingen                | "                            | 14 - 20               | (0,88)                         |                             |
| Obertal                  | "                            | 14 - 20               | (0,85)                         |                             |
| Weiermatt                | FISCHER 1949                 | 11 - 49               | 0,80 n.s.                      |                             |
| Märitmatt                | "                            | 11 - 49               | 0,80 n.s.                      | Voralpen                    |
| Selibühl                 | "                            | 11 - 49               | 0,51 n.s.                      | "                           |
| Blais leda               | "                            | 8 - 49                | 0,41 n.s.                      | Zentralalpen                |
| Muot sut                 | "                            | 8 - 49                | -0,73 n.s.                     | Zentralalpen,<br>Waldgrenze |
| Viabella                 | "                            | 8 - 49                | -0,28 n.s.                     | "                           |

Bei der Beurteilung der von FISCHER mitgeteilten Ergebnisse ist zu berücksichtigen, daß in diesem Versuch nur wenige Provenienzen vertreten sind und damit bei der geringen Zahl von Freiheitsgraden (3 bis 5) für die Absicherung der Korrelationskoeffizienten sehr hohe Werte erforderlich sind. Die negativen Korrelationskoeffizienten für die beiden an der Waldgrenze liegenden Versuchsflächen

Muot sut und Viabella zeigen, daß die in den ersten Jahren gegenüber den Hochlagenfichten noch vorwüchsigen Provenienzen der tieferen Lagen langfristig der Beanspruchung durch den Standort (Schnee, kurze Vegetationszeit, Winterfröste) nicht gewachsen und im Wuchs den besser angepaßten Hochlagenfichten unterlegen sind.

Insgesamt zeigt diese Übersicht, daß bei Fichte der enge Zusammenhang zwischen Höhen im Anzucht- und Jungwuchsalter auch für den folgenden Zeitraum des Stangenholz- und Baumholzalters weitgehend bestehen bleibt. Nur für den Anbau unter besonderen Wuchsbedingungen (Spätfrost, Waldgrenze) trifft dies nicht zu. Bei der Interpretation der Provenienzunterschiede des hier ausgewerteten Versuches kann daher angenommen werden, daß die Gruppierung der Provenienzen nach der Höhenwuchsleistung auch zukünftig erhalten bleibt. Diese Schlußfolgerung steht im Einklang mit der Ansicht von GØHRN (1966) über die Ergebnisse der Auswertung eines 50jährigen Fichten-Provenienzversuches. In dieser Untersuchung wird ebenso wie von WEISS und HOFFMANN (1969) darauf hingewiesen, daß die Provenienzunterschiede bei der Massenleistung durch Abhängigkeit von Höhe und Durchmesser stärker zum Ausdruck kommen (Überlegenheit der Höhenwuchsleistung bis 66 %, die der Massenleistung bis 200 %). Ebenso stark tritt die Differenzierung bei einer Gegenüberstellung von Aufwand und Ertrag hervor. Im Fichten-Provenienzversuch 1925 von OELKERS ergibt sich im Alter 35 für das Verhältnis von Ertrag zu notwendigen Kulturkosten für die langsamwüchsige Provenienz ein Wert von 1,14, während er für die wüchsige Herkunft 1,93 beträgt, das heißt 169 % der zuerst genannten Größe (FRÖHLICH 1968). Die Mittelhöhe der wüchsigen Provenienz erreicht dagegen nur 132 % des entsprechenden Wertes der langsamwüchsigen.

Als Hinweis für das Wuchsverhalten anderer Baumarten kann der Gahrenberger Lärchen-Provenienzversuch betrachtet werden. Die Aufnahmen von OELKERS im Saatbeet (Alter 1) und im Alter 13 haben mit einer unwesentlichen Ausnahme zur gleichen Gruppierung der

Provenienzen geführt wie die Messungen im Alter 31 (SCHÖBER und FRÖHLICH 1967). Für den Douglasien-Provenienzversuch aus dem Jahre 1910 in Chorin (FLÖHR 1954) ergibt sich für den Zusammenhang zwischen den Mittelhöhen der 14 Provenienzen im Alter 5 und im Alter 44 ein Korrelationskoeffizient von  $r = 0,80^{***}$ , wobei die drei wüchsigsten Provenienzen ihre Spitzenstellung während dieses Zeitraumes beibehielten, die übrigen jedoch teilweise erheblich ihre Rangstellung änderten. Bei der Testfläche Gießen des Internationalen Kiefern-Provenienzversuches von 1907 (ECKSTEIN 1973) bestand für die Mittelhöhen der 9 Provenienzen zwischen Alter 7 und Alter 63 kein gesicherter Zusammenhang ( $r = 0,45$  n.s.) und nur 2 Provenienzen hatten annähernd die gleiche Rangstellung in diesem Zeitraum. Diese Vergleiche beziehen sich auf Mittelhöhen von Populationen, bei denen bereits innerhalb der Auswertungseinheit ein Ausgleich der unterschiedlichen Höhenwuchseleistung von Einzelbäumen stattfindet. Die Ergebnisse zeigen, daß der bei Fichte und Lärche sich abzeichnende enge Zusammenhang zwischen Höhe im Anzuchtstadium und späterer Höhenwuchseleistung nicht verallgemeinert werden kann. Ein Vergleich auf der Ebene der Einzelbäume (Klone war mit dem verfügbaren Versuchsmaterial für Fichte nicht durchführbar, für Pappel zeigen jedoch die Untersuchungen von FRÖHLICH und GROSSCURTH (1973), daß eine hinreichend gesicherte Aussage über die Wuchseleistung von Klonen erst ab Alter 8 möglich ist.

Ebenso wie die Höhenentwicklung läßt sich das Austriebsverhalten bei Fichte im Anzucht- und Jungwuchsstadium einfach und zuverlässig auch für umfangreiches Material erfassen. Es erscheint daher zweckmäßig, das phänologische Verhalten als Frühtestmerkmal zu benutzen. Die Einstufung der Provenienzen des vorliegenden Versuches steht, soweit vergleichbar, mit der für den Fichten-Provenienzversuch 1937 in Einklang, da Baltischer Landrücken (entsprechend Borki) als spätreibend und Lenzkirch als mittelmittelfrühtreibend angesehen werden (SCHÖNBACH 1957). Im einzelnen zeigen jedoch die Ergebnisse der durchgeführten phänologischen Ermittlungen keine voll befriedigende Trennschärfe.

Offensichtlich treten bei diesem Merkmal komplexe Wechselwirkungen zwischen Provenienz, Standort und Witterung auf, so daß selbst Pflanzen aus gleichem Saatgut aber mit verschiedener Aussaat nach dem Austriebsverhalten unterschiedlich einzustufen sind. Derartige Schwankungen und Wechselwirkungen sind nicht als Ausnahme zu betrachten, da bereits MÜNCH (1949) nach langjährigen Versuchen auf ähnliches Verhalten hinwies. Die Festlegung von Gruppierungsmerkmalen für eine vergleichsfähige Zuordnung bei verschiedenen Versuchen ist nicht möglich, da die Einstufung immer im Verhältnis zu den am Versuch beteiligten Provenienzen vorgenommen wird.

Das Austriebsverhalten des Einzelbaumes ist jedoch stark genetisch gesteuert und die Reihenfolge des Austreibens von Bäumen wird über Jahre hinweg streng eingehalten (ROHMEDEK und SCHÖNBACH 1959). Es erscheint daher bei der Bedeutung dieses Merkmales für die Bewirtschaftung von Spätfrostlagen und die Gefährdung durch Schadinsekten (kleine Fichtenblattwespe) notwendig und möglich, wie bei Pappel Weiserklone für die phänologische Einstufung auszuwählen und zu verwenden. Durch den Mitanbau dieser Stecklingspflanzen wäre eine von der jeweiligen Zusammensetzung des Versuches und dem Standort unabhängige und damit vergleichsfähige Einstufung der Prüfglieder möglich. Die Weiserklone sollten so ausgewählt werden, daß sie eine gute Anpassungsfähigkeit aufweisen und die Bildung von drei oder fünf Gruppen zulassen. In dieser Form würde ein einfach erfaßbares und weitgehend zuverlässiges Frühtestmerkmal zur Verfügung stehen.

Für die Beurteilung des Jugendwachstums von Baumarten können im allgemeinen neben Höhe und Austriebsverhalten weitere Merkmale verwendet werden, wie beispielsweise Schafthaltung, Aststellung, Aststärke und Kronenform bei Kiefer und Lärche. Aufgrund des ausgeprägt orthotropen Wuchses, der Wuchsform und dem zwischen Licht- und Schattenbaumart stehenden Lichtbedürfnis der Fichte muß sich bei dieser Baumart die Erfassung von Provenienzunter-

schieden jedoch vor allem auf die Höhenentwicklung stützen. Als ergänzendes Merkmal für die Einordnung der Provenienzen wurde der Lumenanteil im End-Spätholz untersucht. Eine voll vergleichbare Gegenüberstellung mit anderen Versuchsergebnissen ist für dieses Merkmal nicht möglich, da Geräte für umfangreiche quantitative Analysen mikroskopischer Bilder erst seit wenigen Jahren zur Verfügung stehen und vergleichende Untersuchungen von Fichtenprovenienzen nicht bekannt sind.

Obwohl für die untersuchte Fragestellung das Verhältnis der Mittelwerte untereinander von vorrangiger Bedeutung ist, erscheint es zweckmäßig, die absoluten Werte mit verfügbaren Literaturangaben zu vergleichen. Unterstellt man für eine derartige Gegenüberstellung eine rechteckige Form der Spätholzzellen, so ergeben sich für Spätholzzellen folgende Zellquerschnitte:

| Autor               |        | Spätholztracheiden                  |                                      |                              | Probematerial                            |
|---------------------|--------|-------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|
|                     |        | radial.<br>Durchm.<br>$\mu\text{m}$ | tangent.<br>Durchm.<br>$\mu\text{m}$ | Querschn.<br>$\mu\text{m}^2$ |                                          |
| JOHANSSON           | (1940) | 17,7                                | 28,8                                 | 510                          | Mittelwert, unbekannte Anzahl Probebäume |
| RECK                | (1965) | -                                   | -                                    | 630                          | 10 Bäume, 65jähr., graph. Darstellung    |
| FENGEL              | (1969) | 13,1                                | 32,1                                 | 420                          | 1 Baum                                   |
| FENGEL und<br>STOLL | (1973) | 12,1                                | 23,8                                 | 288                          | 1 Baum, 31jähr.                          |

Bei der vorliegenden Untersuchung beträgt der durchschnittliche Zellquerschnitt im End-Spätholz für die äußeren Jahrringe des 61 Jahre alten Baumholzes als Quotient von Meßfeldfläche und Zellzahl  $470 \mu\text{m}^2$  (Anl. 18). Dabei ist zu berücksichtigen, daß dieser Wert wegen der systematischen Überschätzung der Zellzahl (Abschn. 333) zu niedrig ist, eine Berichtigung jedoch nicht möglich erscheint. Aufgrund der bei Fichte für andere Merkmale nach-

gewiesenen hohen Variation zwischen den Bäumen einer Provenienz ist der Vergleich von Versuchsergebnissen für Einzelbäume mit dem hier vorliegenden Mittelwert nur sehr begrenzt aussagefähig. Der nach den Durchschnittsergebnissen von JOHANSSON hergeleitete Zellquerschnitt stimmt mit dem dargelegten Versuchsergebnis überein, der eindeutige Vergleich ist jedoch nicht möglich, da genaue Angaben über das Probematerial bei JOHANSSON fehlen. Der nach RECK angeführte Zellquerschnitt von  $630 \mu\text{m}^2$  wurde an Proben aus gleicher Baumhöhe und vergleichbarer Holzzone ermittelt und die Holzproben wurden in der gleichen Revierförsterei von Bäumen annähernd gleichen Alters gewonnen. Wesentliche Unterschiede ergeben sich jedoch daraus, daß sich die Angaben von RECK auf das gesamte Spätholz beziehen und nur Zellen gemessen wurden, die "offensichtlich im mittleren Bereich der Faser geschnitten waren" (zit. RECK 1965). Bei der vorliegenden Untersuchung wurden jedoch nur die Zellen des End-Spätholzes gemessen, in diesem Bereich aber alle Zellen berücksichtigt. Da ferner die Zellzahl überschätzt ist, muß sich aus diesen Gründen für den durchschnittlichen Zellquerschnitt ein im Vergleich zu RECK geringerer Wert ergeben, so daß der Unterschied zwischen den beiden Vergleichswerten von  $630 - 470 = 160 \mu\text{m}^2$  als Überschätzung erklärbar ist. Insgesamt gesehen kann daher angenommen werden, daß die hier ermittelten Werte für den Zellquerschnitt denen von JOHANSSON und RECK in der Größenordnung entsprechen und damit die CLASSIMAT-Messungen als aussagefähig anzusehen sind.

Die Varianzanalyse für den Lumenanteil im End-Spätholz im Jahre 1972 zeigt, daß bei diesem Merkmal die Provenienzunnterschiede stärker hervortreten als bei der Höhe, da bei dem Probebaummaterial für die holzanatomischen Untersuchungen der Varianzanteil der Provenienzen 27 % für den Lumenanteil und 23 % für die Höhe beträgt. Die Bestimmung des Lumenanteiles eignet sich damit für die Erfassung von Provenienzunnterschieden. Die Grenzdifferenz von 2,42 % Lumenanteil bei einem Gesamtdurchschnittswert von 12,49 % und einer Schwankung der Provenienz-Mittelwerte zwischen 8,22 % und 19,7 % erlaubt eine gesicherte Unterscheidung von

4 Provenienzgruppen. Die Zuordnung stimmt im wesentlichen mit der Gruppierung nach der Höhe überein. An der Spitze stehen Westerhof 53 und Burgjoß, gefolgt von Górowo und der Mehrzahl der nicht-autochthonen Provenienzen. Zur Gruppe der Herkunftse mit geringem Lumenanteil zählen auch die Schwarzwaldprovenienzen, Zwiesel V und Partenkirchen. Der hohe Lumenanteil von Burgjoß und der geringe von Valle di Fiemme stehen im Gegensatz zu der allgemeinen Beurteilung dieser Provenienzen nach der Höhenwuchsleistung im Gesamtversuch (Abschn. 4131.2). Bei einem Vergleich der Mittelhöhe 1972 derjenigen Parzellen, in denen das Probematerial gewonnen wurde, hat jedoch Burgjoß die größte Mittelhöhe und Valle di Fiemme zählt zu den geringwüchsigen. Damit findet der Lumenanteil eine volle Bestätigung durch die Höhe. Insgesamt sind die durchschnittlichen Lumenanteile des Jahrringes 1972 der untersuchten Provenienzen mit der Mittelhöhe 1972 der Probebaum-Parzellen, mit  $r = 0,74$  korreliert, so daß 55 % der Streuung der Höhe durch die des Lumenanteiles erklärt werden können. Aufgrund der sehr gleichsinnigen Höhenentwicklung der Provenienzen an den verschiedenen Versuchsorten stehen die für die Versuchsfläche Reinhardshagen ermittelten Lumenprozentage der Kernprovenienzen auch mit den Gesamtmittelhöhen 1972 in der gleichen engen Beziehung ( $r = 0,73$ ). Da die südschwedischen Provenienzen Braenas und Gröttval nur auf wenigen Versuchsflächen angebaut sind, ist ihre Berücksichtigung im Gesamtvergleich der Höhen nicht möglich. Die enge Korrelation zwischen Höhe und Lumenanteil ermöglicht jedoch eine Zuordnung dieser beiden Provenienzen zur Gruppe der geringwüchsigen, die sich mit der Einstufung in einem anderen Provenienzversuch deckt (MASCHNING und LANGNER 1971).

Ebenso wie bei der Höhe ist es jedoch von Bedeutung, in welchem Umfange Provenienzunterschiede des Lumenanteiles in der Jungwuchsphase mit zunehmendem Alter erhalten bleiben. Die am Probematerial des Provenienzversuches 1925 für die Altersspannen 16 - 18 und 25 - 27 Jahre ermittelten Lumenanteile geben den eindeutigen Hinweis, daß das Verhältnis der Provenienzen untereinander erhalten bleibt. Die Lumenanteile des 61jährigen Baumholzes

in den Altersspannen 15 - 17, 37 - 39 und 58 - 60 Jahren zeigen, daß ebenso wie bei den Bäumen des Provenienzversuches 1959 das Lumenprozent erhebliche jährliche Schwankungen aufweist. Für die Mittelwerte der drei gemessenen Zeitperioden des 61jährigen Bestandes sind jedoch keine gesicherten Unterschiede nachzuweisen. Da die Jahrringe der Altersstufe 15 - 18 in 2 m Höhe bei Fichte mit Sicherheit dem kronenbürtigen Holz zuzurechnen sind, können diese Meßergebnisse zu dem Schluß führen, daß hinsichtlich des Lumenanteiles im End-Spätholz kein Unterschied zwischen kronen- und stammbürtigem Holz besteht. Diese Feststellung stünde im Gegensatz zu den Ergebnissen für andere Zellmerkmale, insbesondere die Faserlänge, bei denen eine Zunahme mit steigender Entfernung vom Mark stattfindet (SCHULTZE-DEWITZ 1958; KNIGGE und SCHULZ 1966). Da die vorliegenden Untersuchungen nur drei Gruppen von jeweils drei Jahrringen erfassen, können sie nur als Hinweis dienen und bedürfen der Überprüfung an einem umfangreicheren Material.

Entscheidend für die züchterische Beurteilung der vorliegenden Untersuchungen über den Lumenanteil im End-Spätholz ist es, daß dieses Merkmal unabhängig von anderen erfaßt werden kann und der Nachweis erbracht wird, daß es genetisch kontrolliert ist. Die Aussagefähigkeit dieses bisher nicht verwendeten holzanatomischen Frühtestmerkmals wird durch die gute Übereinstimmung der Gruppierung der Provenienzen im Alter 12 nach Höhe und Lumenanteil im End-Spätholz belegt. Die Vergleichsmessungen für ältere Bäume zeigen, daß die Provenienzunterschiede für dieses Merkmal mit zunehmendem Alter bestehen bleiben und damit eine echte Frühansprache möglich ist. Da bei Fichte im Jungwuchsstadium neben der Höhe andere Beurteilungsmerkmale nur schwer erfaßbar oder nur begrenzt kennzeichnend sind, kommt dieser Möglichkeit einer holzanatomischen Absicherung der Höhenmessung besondere Bedeutung zu.

Über die Beziehungen des beobachteten Merkmals zu anderen holzkundlichen Eigenschaften wie durchschnittliche Faserlänge, Darr-

dichte oder Raumdichte sind keine Hinweise möglich, da aufgrund der Zielsetzung der Untersuchung nur die letzten Zellreihen der Jahrringe erfaßt wurden und damit die für derartige Vergleiche erforderlichen Angaben für die gesamte Jahrringbreite oder Gruppen von Jahrringen nicht vorliegen. Die Klärung der wichtigen Frage der Beeinflussung des Lumenanteiles im End-Spätholz durch den Standort mußte im begrenzten Rahmen dieser Arbeit zurückgestellt werden.

Aufgrund der durchgeführten Untersuchungen ergeben sich für die Eignung als Frühtestmerkmal folgende Schlußfolgerungen:

- Die Höhe am Ende der Anzuchtphase (Alter 5) ist ein sehr zuverlässiges Frühtestmerkmal. Es besteht ein enger Zusammenhang mit den Durchschnittshöhen der Provenienzen in der Jungwuchsphase und die Ergebnisse älterer Fichten-Provenienzversuche belegen, daß zwischen den Provenienzmittelhöhen im Alter 11 bis 14 und denen höherer Altersstufen ein enges Verhältnis besteht.
- Der Lumenanteil im End-Spätholz im Alter 12 ist genetisch kontrolliert und steht in engem Zusammenhang mit der Durchschnittshöhe. Da die Provenienzunterschiede mit fortschreitendem Alter bestehen bleiben, eignet sich dieses Merkmal ebenfalls als Grundlage für die Gruppierung der Provenienzen im Jungwuchsalter.
- Das Tausendkorngewicht kann nur als begrenzter Hinweis für die langfristige Wuchsleistung aufgefaßt werden.
- Die Beurteilung des Austriebsverhaltens erfordert die Festlegung und Verwendung von Weiserklonen, um eine zuverlässige und langfristige vergleichbare Einstufung der Provenienzen zu ermöglichen.

53     Empfehlungen für die Provenienzwahl

Im langjährigen Durchschnitt (1960 - 1973) wurden in den Staatswaldungen des Landes Hessen 8,5 Millionen Fichtenpflanzen je Jahr verwendet (JAHRESBERICHT 1973). Wird unterstellt, daß im Körperschafts- und Privatwald der Anteil der Fichtenkulturen dem des Staatswaldes von 50 % entspricht, so werden im Jahr in Hessen etwa 20 Millionen Fichtenpflanzen benötigt. Bei einer Pflanzenausbeute von 40 000 4j.v. Fichten je kg Handelssaatgut (FRÖHLICH 1966) ergibt sich ein jährlicher Samenbedarf von 500 kg. Da bei Fichte im langfristigen Durchschnitt je Jahrzehnt nur eine Vollernte und zwei Halbernten eingebracht werden können, ist ein durchschnittlicher Samenertrag von 44 kg je ha Erntebestand zu erwarten (ROHMEDER 1972). Nach WINTERFELD (1965) können während längerer Zeiträume im Herkunftsgebiet Westerhof jedoch nur 15 kg Saatgut je Jahr und ha erzielt werden. Bei allgemeinen Bedarfs-schätzungen ist daher von 20 kg Saatgutertrag je Jahr und ha aus-zugehen. Für die Versorgung des Landes Hessen würden daher 25 ha Saatgut-Erntebestände ausreichen.

Wegen der Seltenheit von Vollernten ist es jedoch notwendig, diese so auszunutzen, daß der durchschnittliche Bedarf von etwa 10 Jah-ren daraus gedeckt werden kann. Diese langfristige und zeitweilig hohe Lagerhaltung erscheint bei der heutigen Technik der Saat-gutlagerung ohne Schwierigkeiten möglich (VON SCHÖNBORN 1971). Darüberhinaus sollten Provenienzepfehlungen stets in der Form gruppenweiser Alternativvorschläge ausgearbeitet werden, um bei wechselnder Verfügbarkeit des Saatgutes einzelner Provenienzen auf andere ausweichen zu können.

Aufgrund der Auswertung des vorliegenden Versuches ergeben sich für den Anbau auf den von der Standortschätzung im Lande Hessen ausgewiesenen Fichtenstandorten oder Flächen mit ähnlichen Stand-ortsverhältnissen die folgende Provenienzepfehlungen, bei denen die Reihenfolge zugleich eine Rangfolge für die Auswahl aus-drücken soll:

Buchen-Mischwald-Zonen, Untere Buchen-Zone  
(ohne Schnee- oder Duftbruchgefährdung)

- Westerhof (Harzvorland)
- Provenienzen des Baltischen Landrückens
- Rothenkirchen (untere Lagen Thüringer Wald)
- Chausseehaus, Lauterbach, Rötgen, Stryck, Kastellaun, Dieburg sowie weitere nachweislich wichtige Sonderherkünfte des Herkunftsgebietes Westdeutsches Bergland

Obere Buchen-Zone, Schnee- und Duftbruchlagen anderer Wuchszonen

- Oderhaus (Harz)
- Oberhof (obere Lagen Thüringer Wald)
- Zwiesel I (mittlere Lagen Bayerischer Wald)
- Stryck, Chausseehaus
- Zwiesel V - Plattenfichtengemisch - (obere Lagen des Bayerischen Waldes für extreme Schneebruchlagen)

Nicht empfehlenswert

- Lenzkirch, Schluchsee (Schwarzwald)
- Partenkirchen, Reit im Winkl, Valle di Fiemme, Val Vissdende (Alpen)
- Burgjoß

Bei einer vergleichenden Betrachtung des Saatgutbedarfes in dem durch diesen Versuch repräsentierten Gebiet und den Provenienzeempfehlungen ergeben sich die nachstehenden Folgerungen:

- Soweit irgend möglich sollte die Saatgutversorgung unter Ausnutzung der Einlagerungsmöglichkeiten durch Beerntungen in den autochthonen Provenienzgebieten gedeckt werden.
- Nicht-autochthone Bestände mit nachgewiesenem Ursprung im Gebiet Westerhof oder Baltischer Landrückens sollten vorrangig in die Saatgutbeerntung und das Samenplantagenprogramm einbezogen werden.

- Im Herkunftsgebiet Westdeutsches Bergland wären nach den Auswahlgrundsätzen für Sonderherkünfte weitere Bestände im Alter zwischen 60 und 80 Jahren festzulegen, um die langfristige Beerntung zu ermöglichen. Diese Bestände wären durch kurzfristige Nachkommenschaftsprüfung auf ihre Anbaueignung zu testen.
- Der Fortführung des Herkunftsnachweises für verwendetes Pflanzgut sollte im Rahmen des Betriebsvollzuges besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden, um später gegebenenfalls aufgrund gesicherter Herkunft und überdurchschnittlicher Leistung Bestände in die Saatgutversorgung einbeziehen zu können.

#### 54 Weitere Züchtungsarbeiten bei Fichte

Aufgrund der Bedeutung der Provenienzforschung bei der Baumart Fichte und der Zielsetzung der vorliegenden Untersuchungen steht dieses Arbeitsgebiet bei den folgenden Erwägungen im Vordergrund. Die Höhenentwicklung des Provenienzversuches 1959 entspricht weitgehend der des Fichten-Provenienzversuches 1937, so daß dessen Ergebnisse als Richtgrößen für eine Beurteilung der möglichen Leistungssteigerung bei Fichte durch Provenienzwahl herangezogen werden können. Unter Berücksichtigung der Standortbedingungen in den Fichtenanbaugebieten des sächsischen und thüringischen Raumes ist aufgrund der Wuchsleistung bis zum Alter von 28 Jahren mit einer langfristigen Steigerung des Massenertrages durch Provenienzwahl von 15 % der Gesamtwuchsleistung zu rechnen (WEISS und HOFFMANN 1968). Die Vorteile des Anbaues geeigneter Provenienzen sind jedoch nicht nur nach ertragskundlichen Gesichtspunkten zu beurteilen. Gesteigertes Jugendwachstum bedeutet auch eine Verkürzung der Entwicklungsphase, in der Pflegemaßnahmen erforderlich sind. Nach den Ergebnissen eines kurzfristigen Versuches mit 81 Fichtenprovenienzen und unter Benutzung von Durchschnittszahlen für Pflegemaßnahmen kann nach WEISS und SCHÄFER (1974) mit einer Kosteneinsparung bei der Jungwuchspflege durch die Verwendung raschwüchsiger Provenienzen von 44 % bei mechanischer und von 35 % bei kombinierter mechanischer und chemischer Pflege ge-

rechnet werden. Die bei falscher Provenienzwahl durch Schnee- und Duftbruch sowie andere Ursachen auftretenden Schäden einschließlich der Störung der räumlichen Ordnung und der Beeinträchtigung des Betriebsablaufes sind großräumig nur schwer zu erfassen, müssen aber bei einer Beurteilung der wirtschaftlichen Bedeutung der Provenienzwahl mit in Betracht gezogen werden. Zusammenfassende Schätzungen konnten der verfügbaren Literatur nicht entnommen werden und eigene Ermittlungen lagen außerhalb des Rahmens dieser Arbeit.

Als zu Beginn dieses Jahrhunderts die Provenienzforschung zu einem wesentlichen Gebiet forstlicher Versuchsarbeit wurde, mußte bei der Auslese der Erntebestände und der Herkunftssicherung von deren phänotypischer Überlegenheit ausgegangen werden. Diese bildete auch die Grundlage für die Auswahl nach den Richtlinien des 1924 gegründeten "Hauptausschusses für forstliche Saatgut- anerkennung" sowie für die Bestimmungen über Anerkennung beziehungsweise Zulassung nach dem Forstlichen Artgesetz von 1934 und dem Gesetz über forstliches Saat- und Pflanzgut von 1957 und seiner Neufassung von 1969. Bei Ausarbeitung dieser Bestimmungen war durchaus bekannt, daß dieses Verfahren nicht befriedigend sein kann, der Mangel an versuchstechnisch einwandfreien Nachkommenschaftsprüfungen ließ jedoch keine andere Lösung zu (LANGNER 1966).

Da die Anwendung des Forstlichen Artgesetzes zu einer unüberschaubaren Anzahl von anerkannten Einzelbeständen geführt hatte, wurden durch das Gesetz über forstliches Saat- und Pflanzgut von 1957/1969 für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland flächendeckende und weitgehend großräumige Herkunftsgebiete ausgeschieden, nach denen forstliches Saat- und Pflanzgut gewerbsmäßig zu vertreiben ist. Saatgut aus der Beerntung zugelassener Bestände innerhalb der Herkunftsgebiete ist vor dem Vertrieb zu mischen. Dadurch ist die Reproduzierbarkeit einer Saatgutlieferung nicht möglich. Für den Endabnehmer besteht daher das Pflanzgut aus Nachkommenschaften einer unbekannten Anzahl von Einzelherkünften eines großräumigen Herkunftsgebietes, wobei unter Umständen Material aus autochthonen und nicht-autochthonen Beständen gemischt ist.

In der forstlichen Praxis haben sich aber in der Vergangenheit einzelne enger begrenzte Herkünfte waldbaulich besonders bewährt oder werden bevorzugt, so daß die Beurteilung dieser Erntebestände in gewissem Umfange durch die Ergebnisse beim Anbau ihrer Nachkommenschaften beeinflußt wird. Die weitere Ausnutzung dieser Erfahrung ist unter den derzeitig gültigen gesetzlichen Bestimmungen dadurch ermöglicht worden, daß die Deutsche Kontrollvereinigung für forstliches Saat- und Pflanzgut e.V. als Vereinigung der maßgeblichen deutschen Erzeuger forstlichen Vermehrungsgutes für Erzeugung und Vertrieb die Kategorie "Sonderherkunft" geschaffen hat.

Die nicht-autochthonen Provenienzen des Provenienzversuches 1959 werden nach der derzeitig gültigen Regelung als Sonderherkünfte geführt. Sie zeichnen sich mit Ausnahme von Burgjoß im Rahmen dieses Versuches dadurch aus, daß sie überdurchschnittlichen Höhenwuchs aufweisen, der dem der autochthonen Provenienz Rothenkirchen entspricht und damit der Gruppe der Spitzenherkünfte Westerhof 53 und Baltischer Landrücken nahesteht (Abb. 11). Zugleich ist die Höhenwuchsleistung dieser nicht-autochthonen Provenienzen so einheitlich, daß ihre Mittelwerte für den Gesamtversuch nicht gesichert unterschieden sind. Würde, wie gesetzlich vorgeschrieben, Saatgut von einer oder mehreren dieser Sonderherkünfte mit dem von Burgjoß gemischt, so wäre das Ergebnis eine verminderte Leistungsfähigkeit der Nachkommenschaft. Bei diesen Betrachtungen ist zu berücksichtigen, daß im Provenienzversuch 1959 die Herkünfte mit vergleichsweise geringer Wuchsleistung mit Ausnahme von Burgjoß autochthone Bestände der oberen Lagen von Harz und Thüringer Wald sowie der Hochlagen des Bayerischen Waldes, Schwarzwaldes und der Alpen sind. Die Bestätigung der Wuchsüberlegenheit der Sonderherkünfte des Herkunftsgebietes Westdeutsches Bergland gegenüber dem Handelssaatgut aus zugelassenen Beständen des gleichen Herkunftsgebietes kann nur durch einen entsprechenden Versuch erbracht werden. Die wiederholt geforderte Nachkommenschaftsprüfung von zugelassenen Erntebeständen (FRÖHLICH 1966; LANGNER 1966 u.a.) wird damit erneut bekräftigt.

Bei der großen und bleibenden Bedeutung der Fichte für die Forst- und Holzwirtschaft und dem beträchtlichen jährlichen Pflanzenbedarf (Hessen geschätzt 20 Millionen) ist eine derartige Überprüfung der wichtigsten Fichten-Erntebestände als vor- dringlich anzusehen, es ist jedoch zu klären, ob sie auch mit einem vertretbaren Aufwand durchgeführt werden kann. Bei der Planung eines Versuches dieser Art sind neben der Auswahl der Prüfglieder Entscheidungen über Versuchsdauer, Zahl der Versuchs- orte und Parzellengröße notwendig.

Durch den vorliegenden Versuch wurde nachgewiesen, daß bei Fichte zwischen der durchschnittlichen Höhe am Ende der Anzuchtphase und der Höhe im Jungwuchsstadium eine straffe Korrelation besteht. Die Auswertung der verfügbaren Literatur zeigt, daß die Höhenwuchs- Gruppierung der Provenienzen im Jungwuchsstadium weitgehend auch in späteren Entwicklungsstadien erhalten bleibt, es sei denn, daß erhebliche biotisch oder abiotisch verursachte Schäden auftreten. Es ist daher möglich, bereits 4 - 5 Jahre nach der Aussaat eine Aussage über die allgemeine Höhenwuchsleistung einer Provenienz herzuleiten, die hinsichtlich der Zuordnung zu den Gruppen der gut-, mittel- und geringwüchsigen als ausreichend zuverlässig an- gesehen werden kann. Nach einer Versuchsdauer von etwa 10 Jahren ist eine gesicherte Beurteilung der relativen Höhenwuchsleistung möglich. Die gegebenenfalls auch bei Fichte anzustrebende Prüfung anderer wirtschaftlich wichtiger Eigenschaften erfordert längere Zeiträume (1/2 Umtriebszeit und mehr).

Bei der Herleitung der Zahl der notwendigen Versuchsorte ist zu berücksichtigen, daß auch Flächen von Versuchen mit verhältnis- mäßig kurzer Dauer durch äußere Umstände (Feuer, Insekten u.a.) schwer geschädigt oder für die Versuchsauswertung vernichtet werden können. Ebenso erscheint für die allgemeine Absicherung der Ergebnisse der Anbau an mehreren Versuchsorten mit typischen Fichten-Standorten notwendig. Bei Beachtung dieser Gesichtspunkte und aufgrund der vorliegenden Versuchsergebnisse werden deshalb für die Prüfung von Fichtenprovenienzen in einem Gebiet mit einem

Streurahmen der Fichten-Standorte wie im Lande Hessen drei Versuchsorte für ausreichend erachtet.

Die Parzellengröße eines Provenienzversuches wird entscheidend von der angestrebten Versuchsdauer beeinflusst, da auch bei der letzten Aufnahme im Rahmen des Versuchsprogrammes noch eine Mindestzahl von auswertbaren Bäumen je Parzelle vorhanden sein muß. Ehe der Bestandesschluß eintritt, ist keine wesentliche gegenseitige Beeinflussung von benachbarten Parzellen zu erwarten. Nach Beendigung der Jungwuchsphase ist jedoch eine derartige Wechselwirkung vor allem durch Unterschiede im Höhenwuchs in zunehmendem Maße zu beobachten und erfordert, daß entweder Isolierstreifen zwischen den Parzellen angelegt oder die Randzonen jeder Parzelle bei der Auswertung ausgeschieden werden. Nach den von LINES (1967) zusammengefaßten Empfehlungen einer einschlägigen IUFRO-Arbeitsgruppe sind daher bei kurzfristigen Versuchen (bis Ende der Jungwuchsphase) Parzellen mit 1 - 16 Bäumen, bei mittelfristigen Versuchen ( $1/3$  bis  $1/2$  der Umtriebszeit) solche mit 36 bis 144 Bäumen je Parzelle und bei langfristigen Versuchen mit weitgehend ertragskundlicher Zielsetzung 0,1 ha-Parzellen zu verwenden. Diese Empfehlungen werden durch die Ergebnisse der Untersuchungen von JOHNSTONE and SAMUEL (1974) bestätigt. Für die Prüfung der quantitativen Wuchsleistung von Fichtenprovenienzen würden daher 5 x 5-Baum-Parzellen mit einer Pflanzreihe Abstand zwischen ihnen nicht nur eine ausreichende Reserve für mögliche Pflanzenausfälle gewährleisten, sondern auch eine Beobachtung bis zum Alter von 15 bis 20 Jahren ermöglichen. Bei einer derartigen Versuchsanordnung würden bei 50 Prüfliegern je Versuchsort und  $1,5 \text{ m}^2$ -Verband eine Gesamtfläche von 1,2 ha bei dreifacher Wiederholung und von 1,6 ha bei vierfacher Wiederholung benötigt. Damit kann ein Provenienzversuch dieses Umfanges im allgemeinen ohne besondere Schwierigkeiten durchgeführt werden.

Da in der Saatgutversorgung durch umfangreiche Einfuhren erhebliche Risiken liegen, kommt der Beerntung nachweislich geeigneter inländischer Bestände auch zukünftig besondere Bedeutung zu. Die Prüfung bisher nicht verwendeter Provenienzen auf ihre Anbau-

eignung darf im Interesse der langfristigen Steigerung der Ertragsfähigkeit jedoch nicht beeinträchtigt werden. In dieser Hinsicht wird der von LANGLET eingeleitete Internationale Invertierende Fichten-Provenienzversuch 1964 (nunmehr IUFRO-Versuch 1964/1968 genannt) mit insgesamt 1100 Provenienzen aus dem gesamten natürlichen Verbreitungsgebiet der Fichte eine umfassende Beurteilung der genetischen Differenzierung dieser Baumart zu lassen. Als Ergebnis dieses Versuches wird die Ausscheidung von Teilen des natürlichen Verbreitungsgebietes der Fichte möglich werden, deren Provenienzen für die Wuchsbedingungen der jeweiligen Anbauggebiete besonders geeignet sind. Diese Provenienzen sollten in einer zweiten Stufe des Versuches durch mittelfristige Beobachtungen näher geprüft werden, um die Voraussetzungen für ihre Einbeziehung in die langfristige Saatgutversorgung zu schaffen.

Von zumindest gleichrangiger Bedeutung wie die Massenauslese in Form von Provenienzversuchen sind Züchtungsarbeiten, die auf der Einzelbaumauslese aufbauen. Nach den Auswertungsergebnissen der Einzelstammabsaaten ergeben sich keine eindeutigen Aussagen über die genetische Steuerung der Eigenschaften der Mutterbäume durch Prüfung ihrer Nachkommenschaften aus freier Abblüte im Bestand. Diese unkontrollierte Bestäubung erfolgt stets durch ein Pollengemisch zahlreicher Väter, deren Beteiligung jährlich wahrscheinlich stark schwankt, so daß für die Mutterbäume nur durch den Vergleichsanbau von Absaaten mehrerer Erntejahre Rückschlüsse auf ihre genetische Veranlagung möglich erscheinen. Es wird deshalb für zweckmäßiger erachtet, die stets begrenzt verfügbaren Mittel auch bei Fichte zu benutzen, um mit dem durch Einzelbaumauslese gewonnenen Material Samenplantagen und Kreuzungsquartiere aufzubauen. Derartige Anlagen können durch Einführung der Freilandpfropfung auch in großem Maßstab kostengünstig erstellt werden (WEISGERBER und KOHNERT 1974), wobei in Kreuzungsquartieren durch gruppenweisen Anbau der Testklone die Prüfung von Reaktionsnorm und Kombinationseignung durch kontrollierte Kreuzungen ermöglicht und in der Durchführung erleichtert wird. Um eine möglichst große Anzahl von Plusbäumen zu prüfen, sind auch bei Fichte Kreuzungs-

verfahren mit eingeschränkter Kombination der Testbäume wie die Methode der partiellen Gametenselektion (FRÖHLICH et al. 1967) anzuwenden. Ziel dieser Prüfung ist die Bereitstellung von Ausgangsmaterial für die Erzeugung von geprüfem Vermehrungsgut auf Samenplantagen nach dem O.E.C.D. SCHEME FOR FOREST REPRODUCTIVE MATERIAL (1974). Sobald dieses Vermehrungsgut zur Verfügung steht, sollte es einen wesentlichen Anteil bei der Begründung von Fichtenbeständen erhalten. Zugelassene Erntebestände sollten jedoch auch dann weiterhin für die Saatgutversorgung herangezogen werden, um einer Einengung des genetisch kontrollierten Reaktionsvermögens des Pflanzgutes gegen wechselnde Umweltbedingungen entgegenzuwirken.

Die Möglichkeiten der Kreuzungszüchtung bei Fichte für die Steigerung der Wuchsleistung oder die gezielte Kombination bestimmter wirtschaftlich wichtiger Eigenschaften wurden von RÖHMEDER und SCHÖNBACH (1959) erläutert. Im Jahre 1959 beim Hessischen Institut für Forstpflanzenzüchtung durch Kreuzungen zwischen *Picea abies* und *Picea sitchensis* gewonnene Nachkommenschaften waren im Alter 12 den unter vergleichbaren Standortbedingungen angebauten wüchsigsten Provenienzen des Provenienzversuches 1959 (*Picea abies*) im Mittel um 30 % im Höhenwuchs überlegen. Kreuzungen von *Picea abies* x *Picea engelmannii* zeigten im Durchschnitt eine Überlegenheit des Höhenwuchses gegenüber dem Provenienzversuch von 10 % (JAHRESBERICHT 1972).

Für die Übertragung der erzielten Leistungssteigerungen in die forstliche Praxis ist die Stecklingsvermehrung von besonderer Bedeutung. Diese ist für Fichte jedoch nur bei verhältnismäßig jungen Bäumen wirtschaftlich erfolgreich, da die Intensität der Bewurzelung mit zunehmendem Alter nachläßt und für die Umstellung des Stecklings vom Zweighabitus zur Sproßform ein zunehmender Zeitraum benötigt wird. Während die Auslese junger Fichten nach der Wüchsigkeit die Möglichkeit des Umsetzens der ausgewählten Klone im späteren Alter nicht ausschließt, ist eine Selektion nach dem Austrieb bereits in der Anzuchtphase wirkungsvoll. Die Vermehrung

dieser Klone erlaubt es in kürzerer Zeit als durch die generative Vermehrung auf Samenplantagen ausreichende Mengen von Pflanzgut für die Bewirtschaftung von Spätfrostlagen zur Verfügung zu stellen. Für die Bereitstellung von Klonen mit erhöhter Resistenz gegenüber Immissionen und anderen Schädigungen gelten die gleichen Überlegungen. TODA et al. (1959) wies für *Cryptomeria* nach, daß die in Japan bei dieser Baumart weit verbreitete vegetative Vermehrung gegenüber der generativen (Einzelstammabsaaten) den doppelten bis dreifachen Selektionserfolg erbrachte. Modellrechnungen für Fichte zeigen, daß bei Unterstellung derzeitiger Kostensätze langfristig die Reinerträge von Beständen aus Stecklingspflanzen vergleichsweise stets höher liegen als die bei Begründung mit forstüblichem Pflanzgut, selbst wenn die Stecklinge um 30 % teurer sind als Sämlinge aus Handelssaatgut (KLEINSCHMIT 1974).

Bei der Verwendung von Klonmaterial für die Bestandesbegründung ist jedoch stets zu berücksichtigen, daß für diese Nachkommen-schaften die genetische Variation als Puffersystem gegenüber Umweltbeanspruchung nicht vorhanden ist. Bei der großflächigen Verwendung von Klonmaterial sollten daher nur Klongemische mit weitgehend festgelegten Anteilen einer Vielzahl von Klonen (mindestens etwa 100) mit annähernd gleichem Wuchsverhalten (synthetische Sorten) verwendet werden.

Die am Anfang dieser Arbeit dargestellten Besonderheiten der Baumart Fichte erfordern für die Durchführung umfassender Züchtungsprogramme von der Auslese geeigneter Provenienzen über die Kreuzung selektierter und geprüfter Einzelbäume bis zur Bereitstellung synthetischer Sorten sehr viel längere Zeiträume als bei anderen Baumarten, wie beispielsweise bei Pappel oder Lärche. Das derzeit verfügbare Material erlaubt es daher noch nicht, die insgesamt mögliche Ertragssteigerung durch ein solches Züchtungsprogramm zuverlässig abzuschätzen. Bei der großen Anbaufläche und forstwirtschaftlichen Bedeutung der Fichte sind jedoch bereits

verhältnismäßig geringe relative Leistungssteigerungen hoch zu bewerten, da sie zu erheblichen absoluten Werten führen.

Für die weitere Züchtungsarbeit mit der Baumart Fichte zeichnen sich aus der Sicht dieser Arbeit folgende, jedoch keineswegs erschöpfenden Schwerpunkte ab:

- Überprüfung für die Saatgutversorgung wichtiger Sonderherkünfte und des Handelssaatgutes aus zugelassenen Erntebeständen des gleichen Herkunftsgebietes durch einen kurzfristigen Provenienzversuch mit Kleinparzellen auf wenigen Versuchsflächen.
- Prüfung einer begrenzten Anzahl von ausgewählten Provenienzen der ersten Stufe des Fichten-Provenienzversuches der IUFRO 1964/68 auf wenigen typischen Fichtenstandorten.
- Fortsetzung der Prüfung von Fichten-Klonen durch gelenkte Kreuzungen (partielle Gametenselektion) und des Aufbaues von Samenplantagen für die Erzeugung von geprüftem Saatgut entsprechend den Richtlinien der O.E.C.D.
- Selektion und Prüfung von Fichten-Klonen für die Zusammenstellung von synthetischen Sorten.
- Fortführung der intra- und interspezifischen Kreuzungen mit dem Ziel, Hybriden mit besonderen Eigenschaften (Wuchsleistung, Resistenz) zu selektieren und diese durch vegetative Vermehrung den Forstbetrieben zugänglich zu machen.

6           Z u s a m m e n f a s s u n g

61           Durch die Auswertung von Aufnahmen des Hessischen Fichten-Provenienzversuches und von Einzelstammabsaaten soll zur Klärung folgender Fragen beigetragen werden:

1. In welchem Umfange sind Wuchsunterschiede im Jugendstadium beim vergleichsfähigen Anbau von Provenienzen durch genetische Veranlagung oder Umwelteinflüsse bedingt?
2. Welche im Jugendstadium einfach erfaßbaren Merkmale ermöglichen eine Aussage über die Gesamtwuchsleistung?
3. Welche Herkunftsempfehlungen ergeben sich aufgrund einer möglichen Frühbeurteilung für den Fichtenanbau?
4. Welche Folgerungen sind für die weitere Züchtungsarbeit bei der Baumart Fichte zu ziehen?

62           Der 1959 ausgesäte Provenienzversuch besteht aus 15 autochthonen Provenienzen aus den wichtigsten Teilen des zentraleuropäischen Fichtengebietes und 7 nicht-autochthonen Sonderherkünften des Herkunftsgebietes Westdeutsches Bergland, die 1964 auf 15 Teilflächen vergleichsfähig angebaut wurden. Von diesem Versuch liegen 12 Teilflächen in Hessen und 2 in Rheinland-Pfalz, während eine in Niedersachsen angelegt ist. Grundlage der Auswertung bilden die Beobachtungen während der Anzuchtphase und Aufnahmen in den Jahren 1967, 1970 und 1972.

Die 1960 und 1963 als jeweils 4jährige Pflanzen auf 4 Teilflächen in Hessen angebauten Einzelstammabsaaten sind Nachkommen-schaften von 26 Plusbäumen aus dem Harz und dem Harzvorland.

63           Die Höhenmessungen der Vollaufnahme 1970 sind der wichtigste Beurteilungsmaßstab, da im Alter 12 Durchmesser noch nicht erhoben werden können, Kronenbreitenmessungen keine zusätzlichen Informationen erbringen, qualitative Merkmale nicht erfaßbar sind und sich nach den Bonituren der Schäden keine wesentliche Differenzierung der Provenienzen abzeichnet.

- 64 Die Aufnahmeergebnisse belegen, daß im Jungwuchsalter zwischen den Provenienzen gesicherte Höhenunterschiede bestehen. Das Verhältnis der Provenienz-Mittelhöhen untereinander ist aber weitgehend vom Standort unabhängig, die Provenienzen reagieren überwiegend gleichsinnig auf unterschiedliche Wuchsbedingungen. Damit ermöglicht bereits der Vergleichsanbau auf wenigen Versuchsorten hinreichend zuverlässige Aussagen für die Einstufung der Provenienzen nach dem Höhenwuchs.
- Die besten Wuchsleistungen zeigen mit über 115 % des Versuchsmittels die Provenienzen Westerhof 53 und Baltischer Landrücken, denen jedoch die nicht-autochthonen Provenienzen des Herkunftsgebietes Westdeutsches Bergland nur gering nachstehen.
- Der Vergleich der Höhenmessungen in unterschiedlichem Alter zeigt, daß sich das am Ende der Anzuchtphase bestehende Wuchsverhältnis der Provenienzen mit fortschreitendem Alter nicht mehr grundsätzlich ändert. Damit ist bereits im Alter 5 eine aussagefähige Gruppenbildung möglich, die nach einer Überprüfung im Alter 10 für die Provenienzwahl ausreichend zuverlässige Entscheidungsgrundlagen vermittelt.
- 65 An Baumquerschnitten wird geprüft, ob für holzanatomische Merkmale provenienzgebundene Unterschiede auftreten. Für den Lumenanteil der im Jahrring zuletzt gebildeten Spätholztracheiden wird dies für Bäume bis zum Stangenholzalter nachgewiesen. Dieser Lumenanteil im End-Spätholz steht im Jungwuchsalter in enger Beziehung zur Höhenwuchsleistung und ist somit ein unabhängiges Frühtestmerkmal.
- 66 Für den Fichtenanbau in Hessen und Gebieten mit vergleichbaren Standortverhältnissen werden Provenienzeempfehlungen vorgelegt.

- 67 Die Auswertung der Einzelstammabsaaten zeigt, daß die Nachkommenschaften von Plusbäumen aus freier Abblüte im Bestand keine Aussagen über die genetische Veranlagung der Mutterbäume zulassen. Der Aufbau von Hochzuchtsamenplantagen für die Erzeugung von geprüftem Saatgut erfordert daher die Plusbaumprüfung durch kontrollierte Kreuzungen.
- 68 Für eine gesicherte und ausgewogene Versorgung mit qualitativ hochwertigem Fichten-Saatgut ist die Beerntung zugelassener Bestände weiterhin notwendig, sie erfordert jedoch eine Nachkommenschaftsprüfung der Ernteeinheiten. Aufgrund der möglichen Frühbeurteilung werden für derartige Wuchsleistungstests auf 10 Jahre begrenzte Versuche mit Kleinparzellen an wenigen Versuchsorten vorgeschlagen.

# 7 L i t e r a t u r v e r z e i c h n i s

- BARTELS, H., 1964: Über die Charakterisierung von Fichten-saatgut aus verschiedenen Höhenlagen durch Enzymaktivitäten in: SCHMIDT-VOGT, H.: Forst-samengewinnung und Pflanzenanzucht für das Hoch-gebirge. München, Basel, Wien, 83-92
- BERGMANN, F., 1971: Genetische Untersuchungen bei *Picea abies* mit Hilfe der Isoenzym-Identifizierung. Allg. Forst-u.J.-Ztg. 142, 278-280
- BORCHERS, K., 1967: Niedersachsen in: PUCHERT, H.: Wertvolle Herkünfte forstlicher Baumarten in der Bundes-republik Deutschland. München, Basel, Wien, 143-201
- BURGER, H., 1926: Untersuchungen über das Höhenwachstum verschiedener Holzarten. Mitt.Schweiz.Central-anst.forstl.Versuchswesen XIV, 29-158
- CIESLAR, A., 1895: Über die Erbllichkeit des Zuwachsvermögens bei den Waldbäumen. Cbl.ges.Forstwesen 21, 7-29
- CIESLAR, A., 1907: Die Bedeutung klimatischer Varietäten unserer Holzarten für den Waldbau. Cbl.ges. Forstwesen 33, 1-19, 49-62
- CORE, H.A., CÔTÈ, W.A.Jr. and DAY, A.C., 1961: Characteristics of compression wood in some native conifers. For.Prod.Journ. XI, 356-362
- DIETRICHSON, J., 1964: Proveniensiensproblemet belyst ved studier av vekstrytme og klima (The provenance problem illustrated by studies of growth-rhythm and climate). Meddr.norske SkogsforsVes 19, 507-656
- DIETRICHSON, J., 1968: Klimaskader, vekstrytme og høydeutvikling (Climatic Damage, Growth Rhythm and Height Development). Meddr.norske SkogsforsVes 25, 144-158
- DIETRICHSON, J., 1969: The Geographic Variation of Springfrost Resistance and Growth Cessation in Norway Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). Meddr.norske SkogsforsVes 27, 91-106
- DIETZE, W., 1974: Beurteilung von züchterischen Möglichkei-ten zur Verbesserung quantitativer und qualita-tiver Eigenschaften bei Europäischer Lärche (*Larix decidua* Mill.). Diss. München
- DIXON, W.J., 1967: BMD Biomedical Computer Programs. Berkeley and Los Angeles
- ECHOLS, R.M., 1958: Variation in Tracheid Length and Wood Density in Geographic Races of Scotch Pine. Bull. Yale Univ., School of Forestry New Haven, Conn.

- ECKSTEIN, E., 1973: Der internationale Kiefern-Herkunftsversuch im Forstamt Gießen. Allg.Forst-u.J.Ztg. 144, 191-197
- ENGLER, A., 1905: Einfluß der Provenienz des Samens auf die Eigenschaften der forstlichen Holzgewächse. Erste Mitteilung. Mitt.Schweiz.Centralanst. forstl.Versuchswesen VIII, 81-236
- ENGLER, A., 1913: Einfluß der Provenienz des Samens auf die Eigenschaften der forstlichen Holzgewächse. Zweite Mitteilung. Mitt.Schweiz.Centralanst. forstl.Versuchswesen X, 191-306
- FENGEL, D., 1969: The Ultrastructure of Cellulose from Wood. Part I: Wood as the Basic Material for the Isolation of Cellulose. Wood Sci.Technol. 3, 203-217
- FENGEL, D. und STOLL, M., 1973: Über die Veränderung des Zellquerschnittes, der Dicke der Zellwand und der Wandschichten von Fichtenholz-Tracheiden innerhalb eines Jahres. Holzforschung 27, 1-7
- FINLAY, K.W. and WILKINSON, G.N., 1963: The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. Austr.Jour.Agr.Research 14, 742-754
- FISCHER, F., 1949: Die Ergebnisse von Anbauversuchen mit verschiedenen Fichtenherkünften (*Picea abies* (L.) Karst.). Mitt.Schweiz.Anst.Forstl.Versuchswesen 26, 152-204
- FLÖHR, W., 1954: Die Entwicklung des Douglasien-Provenienzversuches aus dem Jahre 1910 in Chorin, Abt. 90 e. Arch.Forstwesen 3, 385-399
- FRÖHLICH, H.J., 1966: Sonderherkünfte und Forstpflanzenzüchtung dargestellt am Beispiel der Fichte. Mitt.Hess. Landesforstverwaltung 4, 36-56
- FRÖHLICH, H.J., 1968: Die Erbeigenschaften als forstlicher Produktionsfaktor. Forstw.Cbl. 87, 341-356
- FRÖHLICH, H.J., 1969: Untersuchungen über Benadelungsverhältnisse an Fichten. Theoret.Appl.Genetics 39, 214-231
- FRÖHLICH, H.J., BAUMEISTER, G., GROSSCURTH, W. und WEISGERBER, H., 1967: Untersuchungen zur Erbwertprüfung von Samenplantagen. XIV. IUFRO-Kongreß München, Bd. III, 467-490
- FRÖHLICH, H.J. und GROSSCURTH, W., 1973: Züchtung, Anbau und Leistung der Pappeln. Mitt.Hess.Landesforstverwaltung 10, Frankfurt/M.
- GEHARDT, F., 1969: Statistische Programme des DRZ, Teil B: Einzelbeschreibungen. DRZ Darmstadt
- GØHRN, V., 1966: Proveniensenforsøg med gran (*Picea abies* (L.) Karst.) (Provenienzversuche mit Fichte (*Picea abies* (L.) Karst.) (dt.Zsfg.)). Forstl. Forsøgsv. i Danmark 29, 427-437

- GÜNZL, L., 1969: Ergebnisse der Fichten-Provenienzforschung. Informationsdienst 120, 53-55. Beilage zur Allg.Forstztg.
- HOLZER, K., 1966: Die Vererbung von physiologischen und morphologischen Eigenschaften der Fichte I. Sämlingsuntersuchungen. Mitt.Forstl.Bundesversuchsanst. Mariabrunn, Heft 71
- JAHN, E. und SINREICH, A., 1963: Beobachtungen zur Verbreitung der Kleinen Fichtenblattwespe *Pristiphora abietina* (Christ) in Österreich im Zeitraum 1945-1962 und zur Auswirkung verschiedener Bekämpfungsmethoden. Z.angew.Ent. 51, 165-181
- JAHRESBERICHT 1972: Bericht über Exkursion Nr. 20 der Tagung 1972. Deutsch.Forstverein Donaueschingen, 429-434
- JAHRESBERICHT 1973 1974: Hess.Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt
- JOHANSSON, D., 1940: Über Früh- und Spätholz in schwedischer Fichte und Kiefer und über ihren Einfluß auf die Eigenschaften von Sulfit- und Sulfat-Zellstoff. Holz als Roh- und Werkstoff 3, 73-78
- JOHNSTONE, R.C.B. and SAMUEL, C.J.A., 1974: Experimental Design for Forest Tree Progeny Tests with Particular Reference to Plot Size and Shape. Proc.Joint IUFRO Meeting, S.02.04.1-3, Stockholm, Session VI, 357-376
- KALELA, A., 1937: Zur Synthese der experimentellen Untersuchungen über Klimarassen der Holzarten. Comm. Inst.For.Fenn. 26, 1-434
- KARTIERANLEITUNG 1971: Arb.-Gem. Bodenkunde, Hannover
- KIELLANDER, C.L., 1956: Über eine spätreibende Rasse von *Picea abies* in Schweden und die Schwierigkeit bei der Plusbaumauswahl. Z.Forstgenetik 5, 181-185
- KIELLANDER, C.L., 1970: Frosthärdigheten i ett proveniensmaterial av gran (Frost resistance in a provenance of Norway spruce) (engl.Zsfg.). Sv.Skogsvårdsför. Tidskr. 68, 64-67
- KIENITZ, M., 1879: Vergleichende Keimuntersuchungen mit Waldbaumsamen aus klimatisch verschieden gelegenen Orten Mitteleuropas. Bot.Untersuchungen von Dr. N.J.C. Müller 2, Heft 1
- KISSER, J. und HALBWACHS, G., 1972: Die quantitative Erfassung der Leitflächen und Zellwandanteile von Hölzern mit Hilfe des LEITZ-CLASSIMAT. Mitt.Wissenschaft und Technik Suppl.Band I, 44-50
- KLEINSCHMIT, J., 1974: Considerations regarding breeding programs with Norway spruce (*Picea abies* Karst.). Proc. Joint IUFRO Meeting, S.02.04.1-3, Stockholm, Session II, 41-58

- KNAPP, R., 1954: Natürliche und wirtschaftlich bedingte Pflanzengesellschaften und Wuchs-Räume in: SCHÖNHALS, E.: Die Böden Hessens und ihre Nutzung. Abh.hess.L.-Amt für Bodenforsch. Wiesbaden, 40-59
- KNIGGE, W. und SCHULZ, H., 1966: Grundriß der Forstbenutzung. Hamburg und Berlin
- LANGLET, O., 1936: Studier över tallens fysiologiska variabilitet och dess samband med klimatet; ett bidrag till kännedomen om tallens ekotyper - (Studien über die physiologische Variabilität der Kiefer und deren Zusammenhang mit dem Klima; Beiträge zur Kenntnis der Ökotypen von *Pinus silvestris* L.) (dt.Zsfg.). Meddel.Stat.Skogs-försöksanstalt 29, 421-470
- LANGLET, O., 1938: Proveniensförsök med olika trädslag. (Provenienzversuche mit verschiedenen Holzarten) (dt.Zsfg.). Sv.Skogsvärdsför.Tidskr. 36, 211-278
- LANGNER, W., 1966: Die Fehlbeurteilung von Saatguterntebe-  
ständen nach dem Phänotyp. Forstpflz.-Forstsamen  
3, 30-36
- LARSON, P.R., 1969: Wood Formation and the Concept of Wood  
Quality. Yale Univ.School Forest.Bull. 74
- LEITFADEN ZUR STANDORTS-  
ERKUNDUNG IM HESSISCHEN  
STAATSWALD (LS 63) 1963: Hessische Forsteinrichtungs- und Versuchs-  
anstalt, Gießen (unveröff.)
- LINES, R., 1967: Standardization of Methods for Provenance  
Research and Testing (Report of WG Meeting at  
Pont-à-Mousson, 1965). XIV. IUFRO Kongreß München,  
Bd. III, 672-718
- LOETSCH, F., ZÖHRER, F.  
and HALLER, K.E., 1973: Forest Inventory, Volume II. München, Bern,  
Wien
- LOW, A.J., 1964: Compression wood in conifers - A review  
of literature. Forestry Abstr. 25, XXXV-LI
- MASCHNING, E. und  
LANGNER, W., 1971: Ergebnisse einer 13jährigen Nachkommen-  
schaftsprüfung bei Fichte. Allg.Forstz. 26,  
793-794
- MELZER, H., 1937: Der Fichtenherkunftsversuch in Loimanns-  
hagen. Cbl.ges.Forstwesen 63, 225-232
- MOULALIS, D., 1973: Untersuchungen über das Austreibeverhalten  
der Baumart Fichte (*Picea abies* (L.) Karst.) in  
Bayern und die Züchtung auf Spätfrost-Resistenz.  
Forstw.Cbl. 92, 24-47
- MÜNCH, E., 1949: Beiträge zur Forstpflanzenzüchtung.  
München

- NÄGELI, W., 1931: Einfluß der Herkunft des Samens auf die Eigenschaften forstlicher Holzgewächse. IV Mitteilung - Die Fichte -. Mitt.Schweiz. Centralanst.forstl.Versuchswesen XVII, 150-237
- NANSON, A., 1968: La valeur de tests précoces dans la sélection des arbres forestiers en particulier au point de vue de la croissance. Diss. Gembloux
- O.E.C.D. SCHEME FOR FOREST REPRODUCTIVE MATERIAL 1974: O.E.C.D., Paris
- OHNESORGE, B., 1958: Das Austreiben der Fichten und ihr Befall durch die Kleine Fichtenblattwespe *Pristiphora abietina* (Christ). Forstw.Cbl. 77, 335-347
- PRIEHÄUSSER, G., 1958: Die Fichten-Variationen und -Kombinationen des Bayer. Waldes nach phänotypischen Merkmalen mit Bestimmungsschlüssel. Forstw.Cbl. 77, 151-171
- RECK, S., 1965: Die Variation und Kovariation einiger anatomischer Holzmerkmale und ihre Beziehung zur Raumdichte bei Fichtenholz. Mitt.Bundesforsch. Anst.Forst-und Holzwirtschaft., Reinbek, Nr. 60
- ROHMEDER, E., 1948: Die Vererbung der Austreibezeit bei Fichte einzelstämmen. Forstw.Cbl. 67, 32-38
- ROHMEDER, E., 1972: Das Saatgut in der Forstwirtschaft. Hamburg und Berlin
- ROHMEDER, E. und BEUSCHEL, G., 1970: Der Fichtenherkunftsversuch in Bischofsreut/Bayer. Wald nach 32jähriger Wuchszeit. Forstw.Cbl. 89, 77-87
- ROHMEDER, E. und SCHÖNBACH, H., 1959: Genetik und Züchtung der Waldbäume. Hamburg und Berlin
- ROSSMÄSSLER, W., 1967: Hessen in: PUCHERT, H.: Wertvolle Herkünfte forstlicher Baumarten in der Bundesrepublik Deutschland. München, Basel, Wien, 81-142
- RUBNER, K., 1941: Die Ergebnisse 10jähriger Fichtenprovenienzversuche im Erzgebirge. Tharandt.Forstl. Jahrb. 92, 526-545
- RUBNER, K., 1944: Vorläufige Mitteilung über einen neuen Fichtenprovenienzversuch. Z.ges.Forstwesen 76/70, 28-32
- RUBNER, K., 1949: Forstliche Rassen- und Züchtungsfragen, insbesondere bei Fichte. Allg.Forstz. 4, 121-123
- RUBNER, K., 1957: Ergebnisse eines heute 20jährigen Fichtenherkunftsversuches. I.Teil. Die Fläche in Bayern. Silvae Genetica 6, 65-74
- SAUER, A., KLEINSCHMIT, J. und LUNDERSTÄDT, J., 1973: Charakterisierung von Fichten-Klonen (*Picea abies* Karst.) mit Hilfe morphologischer, physiologischer und biochemischer Methoden. Silvae Genetica 22, 173-182

- SCHMIDT, W., 1957: Die Sicherung von Frühdiagnosen bei langlebigen Gewächsen. Der Züchter, 4.Sonderh., 39-69
- SCHMIDT-VOGT, H., 1972a: Wachstum und Schneebruchresistenz von Fichtenherkünften des Bayerischen Alpenvorlandes, der Bayerischen Alpen und des Bayerischen Waldes. Forstw.Cbl. 91, 339-357
- SCHMIDT-VOGT, H., 1972b: Studien zur morphologischen Variabilität der Fichte (*Picea abies* (L.) Karst.). Allg. Forst-u.J.-Ztg. 143, 133-144, 177-186 u. 221-240
- SCHMIDT-VOGT, H., 1972c: Die Fichtenherkunft Sachsenrieder Forst. Forstw.Cbl. 91, 129-142
- SCHMIDT-VOGT, H., 1974: Das natürliche Verbreitungsgebiet der Fichte (*Picea abies* (L.) Karst.) in Eurasien. Allg.Forst-u.J.-Ztg. 145, 185-197
- SCHOBER, R. und FRÖHLICH, H.J., 1967: Der Gahrenberger Lärchen-Provenienzversuch. Schriftz.Forstl.Fak.Univ.Göttingen 37/38
- SCHÖNBACH, H., 1950: Stand der Provenienz- und Züchtungsfor-schung bei Fichte. Der Züchter 20, 156-167
- SCHÖNBACH, H., 1957: Ergebnisse eines heute 20jährigen Fichten-herkunftsversuches. II.Teil. Die Flächen in Thüringen und Sachsen. *Silvae Genetica* 6, 74-91
- SCHÖNBORN, A. VON, 1971: Prognose der Waldsamenernte 1971. Allg.Forstz. 26, 877-880
- SCHRÖCK, O., 1956: Problematik bei der Anwendung von Früh-testen in der Forstpflanzenzüchtung. Der Züchter 26, 270-276
- SCHULTZE-DEWITZ, G., 1958: Variation und Häufigkeit der Faserlänge der Fichte. Holz als Roh- und Werkstoff 17, 319-326
- SCHULZ, H., 1961: Die Beurteilung der Qualitätsentwicklung junger Bäume. Forstarchiv 32, 89-99
- SCHÜTT, P., 1959: Veränderung der Holzeigenschaften durch Züchtung - dargestellt an Untersuchungsergeb-nissen mit Kiefernarten. Allg.Forstz.14, 66-69
- SCIENTIFIC SUBROUTINE PACKAGE (SSP) 1970: IBM, New York
- SMITH, W.J., 1967: The Heritability of Fibre Characteristics and its Application to Wood Quality Improvement in Forest Trees. *Silvae Genetica* 16, 41-50
- STAT-PACK 1970: Sperry Rand Corp., UNIVAC Division, New York

- SYLVEN, N., 1909: Studier öfver granens formrikiedom, särskildt dess förgreningstyper och deras skogliga värde (Studien über den Formenreichtum der Fichte, besonders die Verzweigungstypen derselben und ihren forstlichen Wert) (dt.Zsfg.). Meddel.Stat.Skogsförsöksanst. 6, XIII-XX
- TODA, R., NAKAMURA, K. and SATOO, T., 1959: The Heritability of Tree Height and Stem Girth in *Cryptomeria* through Sexual Propagation. *Silvae Genetica* 8, 43-49
- TROEGER, R., 1958: Die Fichten-Provenienz-Versuche in Württemberg. *Allg.Forstz.* 13, 109-114
- VINCENT, G. und VINCENT, J., 1964: Ergebnisse des Internationalen Fichtenprovenienzversuches. *Silvae Genetica* 13, 141-146
- WARDROP, A.B. and DAVIES, G.W. 1964: The nature of reaction wood VIII. The structure and differentiation of compression wood. *Austr.J.Bot.* 12, 24-38
- WEBER, E., 1972: *Grundriß der Biologischen Statistik.* Jena
- WEISS, M. und HOFFMANN, J., 1968: Möglichkeiten zur Leistungssteigerung durch den Anbau geeigneter Fichtenprovenienzen. *Die Sozial.Forstwirtschaft* 18, 241-245
- WEISS, M. und HOFFMANN, J., 1969: Neue Ergebnisse eines Provenienzversuches mit Fichte (*Picea abies* (L.) Karst.) im Erzgebirge und Thüringer Wald. *Arch.Forstwesen* 18, 443-466
- WEISS, M. und SCHÄFER, G., 1974: Die genetische Variation von Höhenwuchsleistung und Austriebszeit in einem Baumschulversuch mit Fichtenprovenienzen als Modell für die Möglichkeiten einer Senkung des Kulturpflegeaufwandes durch Züchtung. *Beiträge für die Forstwirtschaft* 8, 154-156
- WEISGERBER, H. und KOHNERT, H., 1974: Untersuchungen zur heterovegetativen Vermehrung bei Fichte, Douglasie und Kiefer im Freiland. *Allg.Forst-u.J.-Ztg.* 145, 205-211
- WEISSWANGE, G. und GÄRTNER, G., 1928: Beitrag zur Kenntnis der Fichtenrassen. *Tharandt.Forstl.Jahrb.* 79, 65-80
- WINTERFELD, K., 1965: Fichten-Samenernte in Westerhof - damals und heute. *Forst-und Holzwirt* 20, 70-78
- WRICKE, G., 1965: Die Erfassung der Wechselwirkungen zwischen Genotyp und Umwelt bei quantitativen Eigenschaften. *Z.Pflanzenzüchtg.* 53, 266-343
- ZOBEL, B., THORBJORNSEN, E. and HENSON, F., 1960: Geographic, Site and Individual Tree Variation in Wood Properties of Loblolly Pine. *Silvae Genetica* 9, 149-158



## A n h a n g

| Anlage | I n h a l t                                                                | Seite  |
|--------|----------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1      | Erläuterung des Geländewasserhaushaltes                                    | I      |
| 2      | Profilbeschreibung                                                         | II-XII |
| 3      | Provenienzmittelwerte - Anzuchtphase                                       | XIII   |
| 4      | Höhenmittelwerte - 1967                                                    | XIV    |
| 5      | Höhenmittelwerte - 1970                                                    | XV     |
| 6      | Höhenmittelwerte - 1972                                                    | XVI    |
| 7      | Versuchsflächenmittelwerte - Höhe                                          | XVII   |
| 8      | Varianzanalysen - Höhe 1967, 1970, 1972                                    | XVIII  |
| 9      | Korrelation der Provenienzmittelwerte - Höhe 1970                          | XIX    |
| 10     | Modell FINLAY-WILKINSON                                                    | XX     |
| 11     | Provenienzmittelhöhen 1970 bei wechselnder<br>Kombination der Versuchsorte | XXI    |
| 12     | Mittlere Kronenbreite - 1970                                               | XXII   |
| 13     | Phänologie 1963 und 1973                                                   | XXIII  |
| 14     | Einzelstammabsaaten - Parzellenmittelhöhen 1972                            | XXIV   |
| 15     | Einzelstammabsaaten - Parzellenmittelwerte 1972                            | XXV    |
| 16     | Lumenprozentage der Serien 2, 3 und 4                                      | XXVI   |
| 17     | Vergleich der Lumenprozentage von 5 Provenienzen                           | XXVII  |
| 18     | Ergebnisse der CLASSIMAT-Messungen                                         | XXVIII |



Erläuterung des Geländewasserhaushaltes  
(auszugsweise)

| <u>Bezeichnung</u> | <u>Charakterisierung</u>                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| frisch             | tiefgründige Böden mit guter Wasserspeicherung;<br>meist auf ebenen bis schwach geneigten Lagen                                                                                                                              |
| betont frisch      | wie "frisch", jedoch sehr gute Wasserspeicherung,<br>meist geländeklimatisch begünstigt; untere Winter<br>hanglagen                                                                                                          |
| mäßig frisch       | abnehmende Wasserspeicherung, geringere Gründig-<br>keit, zunehmender Steingehalt; mittlere Sommer-<br>hanglagen und mäßig ausgeprägte Rückenlagen                                                                           |
| mäßig trocken      | gegenüber "mäßig frisch" abnehmende Wasser-<br>speicherung, höhere Abflußverluste; klimatisch<br>exponierte Lagen wie Rücken, Kuppen, Oberhänge                                                                              |
| feucht             | durch günstige Bodenwasserführung stark durch-<br>feuchtet und gut durchlüftet; Unterhänge,<br>Hangmulden                                                                                                                    |
| wechselfeucht      | durch gehemmte Bodenwasserbewegung jahreszeit-<br>licher Wechsel zwischen oberflächennaher Ver-<br>nässung und mäßiger Durchfeuchtung mit vorwie-<br>gender Feuchtphase; im wesentlichen ebene bis<br>schwach geneigte Lagen |
| naß                | meist ganzjährige oberflächennahe Vernässung;<br>(Stagnogley)                                                                                                                                                                |

Profilbeschreibung

| Nummer der Versuchsstelle,<br>Forstamt,<br>Bodentyp,<br>Trophie<br>1 | Merkmale und Eigenschaften der Böden |                                        |                                             |                                        | Chemische Bodenuntersuchung*                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |                                               |                                 |                            |                                 |                                 |                         |                       |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------|-----------------------|
|                                                                      | Horizontfolge<br>2                   | Überwiegende Bodenartenschichtung<br>3 | Geologisches Substrat der Bodenbildung<br>4 | Lagerungsart<br>5                      | Gründigkeit<br>6                                                                                            | Durchwurzelung<br>7                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Probefolge<br>Nr. | Tiefe<br>cm                                   | Ges. N %                        | Ges. C %                   | Ges. C:N                        | Ges. Ca mg Cl <sub>2</sub>      | pH                      | K <sub>2</sub> O mg   |
| A. Provenienzversuch 1959                                            | 1                                    | am                                     | 1 Reinhardtshagen                           | Pseudogley, mesotroph (X- und Y-Block) | 0 <sub>LH</sub> 0,5<br>A <sub>hl</sub> 0-2<br>S <sub>w</sub> 2-3/4<br>B <sub>1</sub> S <sub>d</sub> 3/4-6/7 | Grasflur, rethumustiger Moder<br>dunkelbrauner, humoser, schwach lehmiger Schluff, Kohärenz- bis Krümelgefüge<br>grauer bis hellgrauer, lehmiger Schluff<br>brauner bis rostbrauner, z.T. hell gefleckter, stark schluffiger Lehm mit zahlreichen rostfarbenen Konkretionen, polyedrisches Gefüge, z.T. marmoriert | stark             | 0-2,0<br>0-2,0<br>0-2,0<br>2,0-6,5<br>2,0-6,5 | 3,7<br>3,7<br>4,3<br>0,2<br>0,8 | 18<br>18<br>18<br>12<br>17 | 3,5<br>3,5<br>0,6<br>8,7<br>4,7 | 4,6<br>4,6<br>4,0<br>4,0<br>4,0 | 10<br>10<br>5<br>3<br>6 | 3<br>3<br>4<br>3<br>5 |
|                                                                      |                                      |                                        |                                             |                                        |                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |                                               |                                 |                            |                                 |                                 |                         |                       |
|                                                                      |                                      |                                        |                                             |                                        |                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |                                               |                                 |                            |                                 |                                 |                         |                       |
|                                                                      |                                      |                                        |                                             |                                        |                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |                                               |                                 |                            |                                 |                                 |                         |                       |
|                                                                      |                                      |                                        |                                             |                                        |                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |                                               |                                 |                            |                                 |                                 |                         |                       |

Zusammenfassung:

Chemische Bodenuntersuchungen durch Hessische Landwirtschaftliche Versuchsanstalt - Landwirtschaftliches Untersuchungsamt - in Kassel

Methoden:

Stickstoff: Kjeldahl - Aufschluß  
 Kohlenstoff: Methode Lieberman  
 Phosphorsäure: Lactat-Methode nach SCHÜLLER (Verbandsmethode)  
 Kalium: Lactat-Methode nach SCHÜLLER (Verbandsmethode)  
 Kalzium: 10% HCl - Auszug  
 Magnesium: Schachtschabel  
 pH-Wert: CaCl<sub>2</sub>-Methode

| 1                                                                     | 2                                        | 3                         | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 5                                                        | 6      | 7                                                    | 8                                  | 9          | 10             | 11         | 12         | 13             | 14         | 15 | 16 | 17       |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------|------------------------------------------------------|------------------------------------|------------|----------------|------------|------------|----------------|------------|----|----|----------|
| 2 <u>Hobsteher</u><br>Braunerde,<br>eutroph                           | $O_{HL}$<br>$A_h$                        | 0,5<br>0-1                | Grasfilz, Moder<br>dunkelbrauner, stark<br>humoser, schluffiger<br>Lehm, schwach steinig                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Soliflukti-<br>onsmaterial aus<br>Lösslehm und<br>Basalt | locker | stark                                                | Profil<br>118                      | 0-1        | 0,470          | 5,4        | 12         | 66,0           | 4,4        | 3  | 4  | 38       |
|                                                                       | $B_v$                                    | 1-6                       | dunkelbrauner, humoser,<br>schluffiger Lehm, mittel-<br>steinig und grusig, z.T.<br>größere Gesteinsbrocken,<br>Krümelgefüge                                                                                                                                                                                                                                                         | "                                                        | "      | "                                                    | Profil<br>117<br>Mischprobe<br>119 | 1-6<br>1-6 | 0,145<br>0,256 | 1,5<br>5,0 | 10<br>19,5 | 426,0<br>326,0 | 4,9<br>4,9 | 4  | 1  | 48<br>51 |
|                                                                       | $IIC_v$                                  | 6+                        | fahlbrauner, schluffiger<br>Lehm, mittelsteinig und<br>grusig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Basaltschutt<br>mit Lösslehm-<br>beimengung              | dicht  | --                                                   |                                    |            |                |            |            |                |            |    |    |          |
| 3 <u>Willinden</u><br>schwach<br>podsolige<br>Braunerde,<br>mesotroph | $O_{LH}$<br>$A_{eh}$<br>$B_v$<br>$IIC_v$ | 1<br>0-1/2<br>1/2-5<br>5+ | Grasfilz, rothumusarti-<br>ger Moder<br>ocker- bis dunkelbrauner,<br>schluffiger Lehm mit<br>schwacher Bleichung,<br>Krümelgefüge<br>ockerbrauner, schwach<br>grusiger, schluffiger<br>Lehm mit vereinzelt<br>helleren Zonen, Krümel-<br>bis Kohärenzgefüge<br>horizontal geschichteter,<br>brauner bis rötlicher<br>Tonschiefer mit feinem<br>Verwitterungsmaterial<br>in den Fugen | Soliflukti-<br>onsmaterial vor-<br>wiegend Lösslehm      | locker | sehr<br>stark<br><br>flach<br>bis<br>mittel<br>stark | Profil<br>148<br>Mischprobe<br>145 | 0-5<br>0-5 | 0,164<br>0,176 | 2,0<br>2,9 | 12<br>16,5 | 1,2<br>0,8     | 4,3<br>4,1 | 9  | 2  | 2<br>3   |

| 1                       | 2                 | 3        | 4                                                                                                                          | 5                                                                             | 6                               | 7             | 8                 | 9     | 10        | 11 | 12   | 13  | 14 | 15 | 16 | 17 |
|-------------------------|-------------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------|-------------------|-------|-----------|----|------|-----|----|----|----|----|
| 4 Hatzfeld              |                   |          |                                                                                                                            |                                                                               |                                 |               |                   |       |           |    |      |     |    |    |    |    |
| Braunerde,<br>mesotroph | $O_{LH}$<br>$A_h$ | 1<br>0-1 | Grasfilz, schwarzer Moder<br>brauner, z.T. schwarz<br>fleckiger, stark mooser,<br>schluffig-lehmiger Sand,<br>Krumelgefüge | fluviatiles<br>terial aus Kiesel-<br>schiefer, Kiesel-<br>etwas Lößbeimengung | locker                          | sehr<br>stark | Profil<br>142     | 0-1   | 0,0/0 1,4 | 18 | 11,0 | 4,1 | 9  | 4  | 3  |    |
|                         | $B_v$             | 1-2      | mittelbrauner, stark stei-<br>niger bis grusiger,<br>sandiger Lehm                                                         | " "                                                                           | " "                             | " "           | Profil<br>143     | 1-6,5 | 0,5/0 0,6 | 12 | 36,9 | 4,6 | 3  | 6  | 14 |    |
|                         | $B_{IIC_v}$       | 2-6/7    | plattiger Rieselschiefer,<br>horizontale geschichtet,<br>mit sandigem Lehm als<br>Verwitterungsprodukt<br>in den Spalten   | Kieselschiefer des<br>Devons/Karbons                                          | locker<br>bis<br>mäßig<br>dicht | mittel        | Mischprobe<br>141 | 0-6,5 | 0,0/0 1,4 | 18 | 10,8 | 4,1 | 6  | 5  | 4  |    |
|                         | $IIC_v$           | 6/7*     | wie oben nur höherer<br>Kleinteil                                                                                          |                                                                               | mäßig<br>dicht                  | schwach       |                   |       |           |    |      |     |    |    |    |    |

IV

|                                                 |                      |          |                                                                                                                                                               |                                                                                                           |                |                                   |                   |         |           |    |     |     |   |   |   |  |
|-------------------------------------------------|----------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------|-------------------|---------|-----------|----|-----|-----|---|---|---|--|
| 5 Königstein                                    |                      |          |                                                                                                                                                               |                                                                                                           |                |                                   |                   |         |           |    |     |     |   |   |   |  |
| schwach<br>podsolige<br>Braunerde,<br>mesotroph | $O_{LH}$<br>$A_{gh}$ | 1<br>0-1 | Grasfilz, modriger Roh-<br>humus<br>brauner, teilweise leicht<br>violettstichiger, schluff-<br>förmiger Lehm, vereinzelt<br>Gruse und Steine,<br>Krumelgefüge | polifluviatiles<br>terial aus Sand-<br>stein, Schiefer<br>und Taunusquarzit<br>mit Lößlehmbeimen-<br>gung | locker         | stark                             |                   |         |           |    |     |     |   |   |   |  |
|                                                 | $B_v$                | 1-6/7    | brauner, schluffiger Lehm<br>mit einzelnen Grusen und<br>zahlreichen, z.T. großen<br>Gesteinsbrocken, fein-<br>krumeliges Gefüge                              | " "                                                                                                       | " "            | mittel<br>bis<br>tief-<br>gründig | Profil<br>172     | 1,0-6,5 | 0,5/0 1,4 | 18 | 3,8 | 4,8 | 5 | 1 | 6 |  |
|                                                 | $C_v$                | 6/7*     | hellbrauner, sandig-grusi-<br>ger Lehm, mittel- bis tief-<br>gründig                                                                                          | Hangschutt aus<br>Sandstein, Schiefer<br>und Taunus-<br>quarzit                                           | mäßig<br>dicht | stark                             | Mischprobe<br>173 | 1,0-6,5 | 0,5/0 1,4 | 18 | 3,4 | 4,8 | 6 | 1 | 5 |  |



| 1                                                         | 2                                                                                                                                | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 4                                                                                                                                              | 5                                                                  | 6                                                       | 7                                                                       | 8                                   | 9                                                    | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 8 Homburg/Dhm<br>Pseudogley-<br>Parabraunerde,<br>eutroph | A <sub>n</sub><br>0,5<br><br>S <sub>A</sub><br>w L<br>0-4/5<br><br>S <sub>B</sub><br>d t<br>4/5-10<br><br>IIC<br>10 <sup>+</sup> | schwarzer nuddoser, lehmiger<br>Schluff, Moder<br><br>hell- bis graubrauner, lehmiger<br>Schluff, kohärentes<br>bis subpolyedrisches Gefüge<br><br>brauner, leicht marmorierter,<br>schluffiger Lehm mit<br>kleinen Konkretionen,<br>Polyedergefüge<br><br>Gesteinsschnitt<br>Basalt | Soliflukti-<br>on<br>material vorwie-<br>gend aus Lößlehm<br><br>" " dicht<br><br>Basalt                                                       | locker<br><br><br><br>tief<br><br>" " dicht<br><br>"               | stark<br><br>mittel<br><br><br>tief<br><br>--<br><br>-- | Profil<br>161 0-4,5<br>Mischprobe<br>162 0-4,5                          | 0,022 0,2<br>0,040 0,5<br>0,040 0,5 | 9 61,9 5,1 5 5 48<br>12 77,2 4,7 4 5 43              |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 9 Chausseehaus<br>Braunerde,<br>mesotroph                 | 0-A <sub>h</sub><br>0,5<br><br>B <sub>v</sub><br>0-3/4<br><br>TIB <sub>tv</sub><br>4 <sup>+</sup>                                | geringe Auflage aus Laub<br>und Nadelstreu, mullar-<br>tiger Moder<br><br>brauner, schluffiger Lehm,<br>mittelsteinig und verein-<br>zelt Gruse, Krümelgefüge<br><br>hellbrauner bis gelblich-<br>brauner, stark grusiger<br>Lehm, mittelsteinig                                     | Soliflukti-<br>on<br>material aus<br>Quarzitschnitt mit<br>Lößbeimengung<br><br>Quarzitschnitt<br>mit Lößbeimengung<br>mengung<br>bis<br>dicht | locker<br><br><br><br>mittel<br><br>mäßig<br>dicht<br>bis<br>dicht | stark<br><br>mittel<br><br>mittel                       | Profil<br>168 0-3,5<br><br>Profil<br>170 3,5-5<br>Mischprobe<br>171 0-5 | 0,038 0,5<br>0,040 0,2<br>0,078 1,1 | 13 2,0 4,2 3 3 2<br>14 4,0 2 3 5<br>14 0,6 4,0 3 3 3 |    |    |    |    |    |    |    |    |

| 1                                                                                                                                                             | 2                | 3                                                                                                                                                                               | 4                                                                                           | 5                        | 6      | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <u>10 Ober-Ranstadt</u>                                                                                                                                       |                  |                                                                                                                                                                                 |                                                                                             |                          |        |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Parabraunerde, A <sub>h</sub><br>eutroph                                                                                                                      | 1                | dunkelbrauner, humoser,<br>schwach lehmiger Schluff,<br>geringe Auflage aus Nadel-<br>streu, mürbiger Mull                                                                      | Locker                                                                                      | stark                    |        |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| A <sub>c</sub>                                                                                                                                                | 1-4/5            | hellbrauner, stark schluff-<br>förmiger Lehm, kohärentes bis<br>subpolyedrisches Gefüge                                                                                         | Solifluktionsma-<br>terial vorwiegend<br>aus Lößlehm                                        | mittel                   | tief   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| IIISB <sub>t</sub>                                                                                                                                            | 5-8/5            | brauner, schluffiger Lehm,<br>schwach grauig und schwach<br>steinig, deutliche Ton-<br>beläge, Konkretionen<br>(Rostflecken), subpolyedri-<br>sches bis polyedrisches<br>Gefüge | Solifluktionsma-<br>terial vorwiegend<br>aus Lößlehm mit<br>Beimengung von<br>Granitsteinen | --                       |        |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| P. alt.<br>150 1-4,5 0,029 0,6 21 7,0 3,9 3 3 3<br>Mischprobe<br>152 1-4,5 0,155 0,5 3 17,2 4,0 5 4 11<br>P. alt.<br>151 4,5-8,5 0,020 0,2 10 31,2 4,0 5 5 23 |                  |                                                                                                                                                                                 |                                                                                             |                          |        |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <u>11 Kerttershausen I, II</u>                                                                                                                                |                  |                                                                                                                                                                                 |                                                                                             |                          |        |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| podsolige<br>Braunerde,<br>mesotroph                                                                                                                          | 0,5              | Grasfilz, mullartiger<br>Moder                                                                                                                                                  |                                                                                             | stark                    |        |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| A <sub>he</sub>                                                                                                                                               | 0-1              | dunkelgrauer, z.T. violett-<br>stichiger, schwach humoser,<br>sandiger Schluff, Konkret-<br>steine                                                                              | Solifluktionsma-<br>terial aus Bunt-<br>sandiger Schluff, Konkret-<br>stein                 | stark                    |        |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| SB <sub>v</sub>                                                                                                                                               | 1-5/6            | hellbrauner bis braun-<br>grauer, lehmiger Schluff,<br>vereinzelt Gruse, kohä-<br>rentes bis subpolyedri-<br>sches Gefüge                                                       | mit Lößbeimengung mäßig<br>Locker                                                           | mittel<br>bis<br>schwach | mittel |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| B <sub>IIC<sub>v</sub></sub>                                                                                                                                  | 5/6 <sup>+</sup> | rötlich-brauner, schluff-<br>förmiger Lehm                                                                                                                                      | Buntsandstein<br>mit Lößlehmbei-<br>mengung                                                 | --                       |        |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Profil<br>121 1-5,5 0,040 0,6 15 8,2 4,0 4 3 3<br>Mischprobe<br>123 1-5,5 0,027 0,1 4 11,0 3,9 4 4 11                                                         |                  |                                                                                                                                                                                 |                                                                                             |                          |        |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |

| 1                                      | 2                                  | 3                | 4                                                                                                       | 5                                                                                                                     | 6                              | 7                      | 8                                                                 | 9              | 10           | 11       | 12         | 13         | 14 | 15 | 16 | 17 |
|----------------------------------------|------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|----------|------------|------------|----|----|----|----|
| 13 nermeskeil                          |                                    |                  |                                                                                                         |                                                                                                                       |                                |                        |                                                                   |                |              |          |            |            |    |    |    |    |
| Braunerde,<br>mesotroph                | 0 <sub>f</sub> H<br>A <sub>n</sub> | 1<br>0-1         | mulartiger Moder<br>dunkelbrauner, humoser,<br>schluffiger Lehm,<br>Krümelgefüge                        | diluvialer Staub-<br>lehm mit Beimen-<br>gung von Quarzit-<br>schuttmaterial<br>über tertiärer<br>Restdecke           | locker                         | stark                  | Profil<br>137 0-1<br>Mischprobe<br>135 0-1                        | 0,487<br>0,331 | 11,3<br>11,9 | 23       | 0,5        | 3,2        | 4  | 7  | 3  |    |
|                                        | B <sub>v</sub>                     | 1-6,7            | hellbrauner, sandiger<br>Lehm, schwach grusig<br>und schwach steinig                                    | "                                                                                                                     | "                              | mittel<br>bis<br>stark | Profil<br>138 1-3<br>139 3-6,5<br>Mischprobe<br>136 1-6,5         | 0,104<br>0,067 | 2,5<br>1,0   | 24<br>15 | 0,1<br>0,3 | 3,8<br>4,4 | 14 | 2  | 2  |    |
|                                        | B <sub>t</sub> IIC <sub>v</sub>    | 6/7 <sup>+</sup> | gelb- bis hellbrauner,<br>toniger Lehm, mittel-<br>grusig und mittelsteinig                             | "                                                                                                                     | mäßig<br>dicht<br>bis<br>dicht | --                     |                                                                   | 0,154          | 1,4          | 9        | 0,4        | 4,0        | 12 | 2  | 2  |    |
| 14 Idar-Oberstein                      |                                    |                  |                                                                                                         |                                                                                                                       |                                |                        |                                                                   |                |              |          |            |            |    |    |    |    |
| Braunerde,<br>mesotroph/<br>oligotroph | 0 <sub>f</sub> H<br>A <sub>n</sub> | 0,5<br>0-1/2     | mulartiger Moder<br>braun-schwarzer, stark<br>humoser, sandiger Lehm,<br>vereinzelt Steine und<br>Grase | diluvialer Deck-<br>lehm mit Bims-<br>glasbeeinflussung<br>über stauender<br>tertiärer Restdecke<br>aus Taunusquarzit | sehr<br>locker                 | sehr<br>stark          | Profil<br>126 0-0,8<br>Mischprobe<br>124 0-0,8                    | 0,310<br>0,343 | 6,0<br>6,5   | 19<br>12 | 1,4<br>1,4 | 3,5        | 4  | 4  | 3  |    |
|                                        | B <sub>v</sub>                     | 1/2-7/9          | mittelbrauner, schluffig-<br>sandiger Lehm, cr. s. g.<br>und steinig, Kohärenz-<br>bis Krümelgefüge     | "                                                                                                                     | locker                         | mittel<br>bis<br>tief  | Profil<br>127 0,8-2,5<br>128 2,5-7,5<br>Mischprobe<br>125 0,8-7,5 | 1,137<br>0,134 | 1,7<br>1,1   | 20<br>16 | 1,5<br>0,8 | 4,1<br>4,3 | 9  | 2  | 2  |    |
|                                        | IIISB <sub>v</sub>                 | 7/8 <sup>+</sup> | gelblich- r. s. hellbrauner,<br>schwach lehmiger Sand,<br>stark grusig und steinig                      | "                                                                                                                     | mäßig<br>dicht<br>bis<br>dicht | --                     |                                                                   | 0,146          | 3,1          | 17       | 1,4        | 4,1        | 8  | 2  | 2  |    |

[illegible]

| 1                     | 2                  | 3            | 4                                                                                                                                         | 5                                                                                                                     | 6              | 7                                        | 8                                    | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|-----------------------|--------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------|--------------------------------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| B. Einzelstammsaat    |                    |              |                                                                                                                                           |                                                                                                                       |                |                                          |                                      |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 16 Hilders            |                    |              |                                                                                                                                           |                                                                                                                       |                |                                          |                                      |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Braunerie,<br>eutroph | $O_{H-F}$<br>$A_h$ | 0,5<br>0-2,5 | modriger Rohhumus<br>dunkelbrauner, humoser<br>stark schluffiger Lehm,<br>vereinzelt Steine,<br>Kümmelfuge                                | Soliflukti-<br>onales über-<br>wiegend aus<br>Basaltverwit-<br>terung, mög-<br>licherweise<br>auch Tuffbe-<br>mengung | Locker         | sehr stark,<br>zahlreiche<br>Feinwurzeln |                                      |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                       | $B_{v1}$           | 2,5-7        | hellbrauner bis brauner,<br>schwach grusiger Lehm<br>mit einzelnen z.T.<br>größeren Basaltsteinen<br>(Gerölle), Korn- bis<br>Scherbelfuge | "                                                                                                                     | mäßig<br>dicht | mittel<br>bis<br>stark                   | keine chemischen Bodenuntersuchungen |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                       | $B_{v2}$           | 7+           | graubrauner bis hell-<br>brauner, mittelsteinger<br>Lehm, im übrigen wie<br>$B_{v1}$                                                      | "                                                                                                                     | mäßig<br>dicht | --                                       |                                      |   |    |    |    |    |    |    |    |    |

| 1                           | 2                 | 3        | 4                                                                                            | 5                                          | 6               | 7                                      | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17                                   |
|-----------------------------|-------------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------|---|---|----|----|----|----|----|----|----|--------------------------------------|
| 17 Gahrenberg, Aut. 59      |                   |          |                                                                                              |                                            |                 |                                        |   |   |    |    |    |    |    |    |    |                                      |
| Stagnogley,<br>mesotroph    |                   |          |                                                                                              |                                            |                 |                                        |   |   |    |    |    |    |    |    |    |                                      |
|                             | 0 <sub>H</sub> F  | 0,5      | Auflage aus Bodenvegetation                                                                  |                                            |                 |                                        |   |   |    |    |    |    |    |    |    |                                      |
|                             | A <sub>h</sub>    | 0-2      | dunkelbrauner bis schwarzer, stark humoser, schluffiger Lehm<br>Humusform: mullartiger Moder | Solifluktiionsmaterial überwiegend Lößlehm | Locker          |                                        |   |   |    |    |    |    |    |    |    |                                      |
|                             | S <sub>w</sub>    | 2-4/5    | stark gebleichter z.T. grauweißer schluffiger Lehm                                           | "                                          | mäßig d. crt    | tief, physio-<br>logisch<br>flach      |   |   |    |    |    |    |    |    |    |                                      |
|                             | IIOS <sub>d</sub> | über 4/5 | graubrauner schluffiger Lehm, z.T. marmoriert                                                | "                                          | mäßig bis dicht |                                        |   |   |    |    |    |    |    |    |    |                                      |
|                             |                   |          |                                                                                              |                                            |                 |                                        |   |   |    |    |    |    |    |    |    | keine chemischen Bodenuntersuchungen |
| 18 Gahrenberg, Aut. 70      |                   |          |                                                                                              |                                            |                 |                                        |   |   |    |    |    |    |    |    |    |                                      |
| Hangseudogley,<br>mesotroph |                   |          |                                                                                              |                                            |                 |                                        |   |   |    |    |    |    |    |    |    |                                      |
|                             | 0 <sub>L</sub>    | 0,5      | Grasauflage                                                                                  |                                            |                 |                                        |   |   |    |    |    |    |    |    |    |                                      |
|                             | A <sub>h</sub>    | 0-1,5    | schwarzbrauner, stark humoser, schluffiger Lehm, mullartiger Moder                           | Solifluktiionsmaterial überwiegend Lößlehm | Locker          |                                        |   |   |    |    |    |    |    |    |    |                                      |
|                             | S <sub>w</sub>    | 1,5-4,5  | braungrauer bis grauer schluffiger Lehm, vereinzelt Konkretionen                             | "                                          | "               | tief, physio-<br>logisch<br>z.T. flach |   |   |    |    |    |    |    |    |    |                                      |
|                             | S <sub>d</sub>    | 4,5-9    | brauner, schluffiger Lehm, zahlreiche Konkretionen, Polyedergefüge                           | "                                          | dicht           |                                        |   |   |    |    |    |    |    |    |    |                                      |
|                             |                   |          |                                                                                              |                                            |                 |                                        |   |   |    |    |    |    |    |    |    | keine chemischen Bodenuntersuchungen |



- XIII -

Anlage 3

Provenienzmittelwerte - Anzuchtphase

| Herkunftsgebiet                                                     | Provenienz      |     |         |                               |                  |            |            |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------|-----|---------|-------------------------------|------------------|------------|------------|
|                                                                     | Name            | Nr. | Aussaat | Tausendkornge-<br>wicht (TKG) | Keimpro-<br>zent | H ö h e    |            |
|                                                                     |                 |     |         | g                             | %                | 1961<br>cm | 1963<br>cm |
| Schweden                                                            | Breanas         | 1   | 60      | 5,98                          | 45               | 4,2        | 35,4       |
|                                                                     | Gröttval        | 2   | 60      | 4,01                          | 68               | 5,9        | 27,8       |
| Baltischer<br>Landrücken                                            | Goldap          | 3   | 61      | -                             | -                | -          | 25,4       |
|                                                                     | Borki           | 4   | 61      | 8,20                          | 74               | -          | 24,3       |
|                                                                     | Görowo          | 5   | 61      | -                             | -                | -          | 22,3       |
| Niederlausitz                                                       | Cottbus         | 6   | 59      | 7,19                          | 85               | 10,3       | 75,6       |
| Thüringer Wald                                                      | Rothenkirchen   | 7   | 59      | 8,84                          | 91               | 7,7        | 69,1       |
|                                                                     | "               | 26  | 60      | 9,01                          | -                | 10,2       | 49,7       |
|                                                                     | Oberhof         | 8   | 59      | 8,14                          | 82               | 8,8        | 57,2       |
| Bayerischer Wald                                                    | Zwiesel I       | 9   | 59      | 7,72                          | -                | 5,4        | 53,3       |
|                                                                     | "               | 27  | 60      | 7,82                          | -                | 9,5        | 39,4       |
|                                                                     | Zwiesel V       | 10  | 59      | 7,36                          | 81               | 4,6        | 33,8       |
| Harz                                                                | Westerhof 51    | 11  | 59      | 8,54                          | 84               | 8,5        | 74,2       |
|                                                                     | Westerhof 78    | 12  | 59      | 7,51                          | 88               | 7,1        | 65,7       |
|                                                                     | Westerhof 53    | 13  | 60      | 8,27                          | -                | 8,9        | 46,7       |
|                                                                     | Oderhaus        | 14  | 59      | 6,74                          | 97               | 8,0        | 56,0       |
|                                                                     | "               | 28  | 60      | 8,61                          | -                | 11,1       | 44,2       |
| Schwarzwald                                                         | Lenzkirch       | 15  | 59      | 7,03                          | 97               | 5,9        | 56,2       |
|                                                                     | Schluchsee      | 16  | 59      | 5,87                          | 65               | 5,9        | 45,7       |
|                                                                     | "               | 29  | 60      | 7,42                          | -                | 10,0       | 36,6       |
| Alpen                                                               | Reit im Winkl   | 17  | 59      | 8,02                          | 90               | 6,8        | 53,9       |
|                                                                     | "               | 30  | 60      | 8,12                          | -                | 10,1       | 41,7       |
|                                                                     | Partenkirchen   | 18  | 59      | 6,62                          | 55               | 6,2        | 55,7       |
|                                                                     | "               | 31  | 60      | 7,71                          | -                | 6,5        | 30,2       |
|                                                                     | Valle di Fiemme | 37  | 59      | 7,46                          | 77               | 7,3        | 58,1       |
|                                                                     | "               | 19  | 60      | 7,69                          | -                | 5,7        | 33,1       |
|                                                                     | Val Visdende    | 20  | 60      | 7,35                          | -                | 7,4        | 37,4       |
|                                                                     | "               |     |         |                               |                  |            |            |
| nicht-autochthone<br>Herkünfte des<br>"Westdeutschen<br>Berglandes" | Chausseehaus    | 38  | 59      | 8,23                          | 83               | 7,5        | 66,7       |
|                                                                     | "               | 21  | 60      | 9,13                          | -                | 9,3        | 37,5       |
|                                                                     | Lauterbach      | 22  | 59      | 7,68                          | 99               | 7,0        | 62,8       |
|                                                                     | "               | 32  | 60      | -                             | -                | 9,2        | 43,8       |
|                                                                     | Stryck          | 23  | 59      | 7,45                          | 83               | 6,7        | 55,7       |
|                                                                     | "               | 33  | 60      | 8,27                          | -                | 9,1        | 48,5       |
|                                                                     | Kastellaun      | 24  | 59      | 8,28                          | 97               | 8,5        | 67,2       |
|                                                                     | Rötgen          | 25  | 59      | 7,76                          | 98               | 8,3        | 67,2       |
|                                                                     | "               | 34  | 60      | 7,95                          | -                | 10,2       | 57,0       |
|                                                                     | Dieburg         | 26  | 59      | 6,88                          | 98               | 8,1        | 65,1       |
|                                                                     | Burgjoß         | 36  | 60      | -                             | -                | -          | -          |

Korrelationsmatrix

13 Kernprovenienzen Aussaat 1959

FG 11

P 5%     r = 0,55  
 1%     r = 0,68  
 0,1%   r = 0,80

|            |      |            |                 |                 |                 |                 |                 |  |
|------------|------|------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--|
| Taus. Gew. | -    |            |                 |                 |                 |                 |                 |  |
| Keimproz.  | 0,22 | -          |                 |                 |                 |                 |                 |  |
| Höhe 1961  | 0,40 | 0,33       | -               |                 |                 |                 |                 |  |
| Höhe 1963  | 0,57 | 0,48       | 0,74            | -               |                 |                 |                 |  |
| Höhe 1967  | 0,65 | 0,43       | 0,71            | 0,94            | -               |                 |                 |  |
| Höhe 1970  | 0,60 | 0,41       | 0,70            | 0,92            | 0,99            | -               |                 |  |
| Höhe 1972  | 0,59 | 0,43       | 0,70            | 0,89            | 0,97            | 0,99            | -               |  |
|            | TKG  | Keim-<br>% | h <sub>61</sub> | h <sub>63</sub> | h <sub>67</sub> | h <sub>70</sub> | h <sub>72</sub> |  |

## Anlage 4

## HÖHENMITTELWERTE (cm) 1967 - Alter 9

## Provenienz

| Provenienz       | V e r s u c h s o r t e n |       |       |       |       |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       | $\bar{x}$<br>Prev. |          |       |       |       |       |      |
|------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------|----------|-------|-------|-------|-------|------|
|                  | Rhg.                      | Rhg.  | Hofb. | Will. | Hatz. | Kön. | Bieb. | Dieb. | Homb. | Chau. | ORam. | Nent. | Nent. | Hent. | Herm. |                    | Id.Obst. | Hatz. |       |       |       |      |
| Nr.              | Name                      | (x+y) | (z)   | 1     | 2     | 3    | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 9     | (x+y) | (z)   | 10                 | 11       | 12    | 12    | 13    | 14    | 15   |
| Kernprovenienzen | 7 Jotner-Kircher.         | 101   | 82    | 59    | 65    | 76   | 38    | 105   | 142   | 118   | 91    | 137   | 123   | 156   | 147   | 127                | 134      | 119   | 110   | 95    | 112,9 |      |
|                  | 8 Oberhof                 | 101   | 82    | 59    | 65    | 76   | 38    | 105   | 142   | 118   | 96    | 101   | 107   | 137   | 123   | 110                | 130      | 94    | 97    | 87    | 99,6  |      |
|                  | 9 Zriesel-Ost I           | 103   | 77    | 52    | 66    | (78) | 95    | (112) | 97    | (76)  | 99    | 119   | 159   | 128   | 103   | 116                | 95       | 101   | (85)  | 97,9  |       |      |
|                  | 10 Zriesel-Ost V          | 79    | 64    | 41    | 63    | 58   | 82    | 103   | 76    | 61    | 840   | 1010  | 116   | 99    | 99    | 100                | 83       | 77    | 69    | 80,7  |       |      |
|                  | 11 Zriesel-Ost VI         | 114   | 82    | 71    | 85    | 87   | 110   | 140   | 113   | 103   | 107   | 110   | 170   | 170   | 149   | 131                | 149      | 91    | 96    | 106   | 111,8 |      |
|                  | 13 Westerhof 53           | 103   | 79    | 52    | 72    | (85) | 93    | 119   | 80    | 85    | 114   | 121   | 136   | (116) | (116) | (114)              | (121)    | 99    | (102) | (84)  | 98,7  |      |
|                  | 14 Oberhaus               | 91    | 68    | 50    | 64    | 67   | 95    | 115   | 88    | 75    | 93    | 116   | 133   | 115   | 105   | 123                | 90       | 79    | 79    | 91    | 91,4  |      |
|                  | 15 Lenzkirch              | 85    | 64    | 50    | 65    | 66   | 84    | 110   | 95    | 68    | 91    | 109   | 125   | 113   | 103   | 107                | 84       | 83    | 70    | 87    | 87,2  |      |
|                  | 16 Schluchsee             | 107   | 64    | 57    | 64    | 75   | 91    | 117   | 95    | 79    | 104   | 118   | 134   | 135   | 120   | 115                | 123      | 96    | 81    | 84    | 95,7  |      |
|                  | 17 Reit im Winkl          | (108) | (69)  | 45    | (59)  | 75   | (98)  | 120   | 101   | 75    | 117   | 98    | 135   | (125) | (113) | (134)              | 95       | 96    | 78    | 97    | 97,0  |      |
|                  | 19 Valle di Fiemme        | 102   | 77    | 58    | 69    | 79   | 109   | 135   | 102   | 99    | 104   | 133   | 144   | 138   | 129   | 147                | 106      | 97    | 91    | 106,6 |       |      |
|                  | 22 Lauterbach             | 89    | 62    | 56    | (53)  | (92) | 98    | 126   | 113   | 87    | 99    | 118   | 136   | 126   | 121   | 135                | 97       | (120) | (105) | 104,0 |       |      |
|                  | 23 Stryck                 | 99    | 72    | 59    | 74    | 75   | 104   | 140   | 118   | 86    | 1350  | 1200  | 158   | 145   | 143   | 138                | 102      | 98    | 98    | 109,1 |       |      |
|                  | 25 Nötting                | 110   | 84    | 58    | 82    | 80   | 105   | 135   | 58    | 83    | 112   | 126   | 146   | 135   | 122   | 139                | 120      | (111) | (95)  | 108,0 |       |      |
|                  | 38 Chaussehaus            | 93    | 67    | 42    | 54    | 63   | 76    | 93    | 62    | 680   | 83    | 100   | 105   | 102   | 95    | 109                | 78       | 83    | 71    | 84    | 84,1  |      |
|                  | - Balt.Landrücken         |       |       |       |       |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                    |          |       |       |       |       |      |
|                  | Versuchsorte $\bar{x}$    | 100,5 | 72,9  | 55,4  | 71,2  | 77,5 | 98,1  | 124,5 | 99,3  | 82,7  | 107,0 | 115,6 | 141,9 | 127,3 | 116,8 | 128,2              | 98,2     | 96,2  | 87,8  | 85,7  | 85,7  | 85,7 |

( ) ergänzt durch Aussaat 1960

o ergänzt nach Regression

## Kernprovenienzen

|                  |     |    |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |
|------------------|-----|----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| 6 Götthaus       | 105 | 91 | 61  | 70  | 71 | 108 | 144 | 116 | 87  | 102 | 144 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 104 | 108 |  |
| 12 Westerhof 78  | 93  | 66 | 52  | 81  | 88 | 105 | 133 | 95  | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 107 | 116 | 96  |  |
| 18 Partenkirchen | 84  | 71 | --- | 62  | 68 | 86  | 115 | 85  | 71  | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 92  | 82  | 75  |  |
| 20 Val Visderde  | 94  | 70 | --- | --- | 70 | 82  | 101 | 96  | 63  | --- | --- | 121 | 123 | 116 | 132 | 84  | --- | --- | 81  |  |
| 24 Kastellaun    | 112 | 91 | 64  | 73  | 75 | 102 | 143 | 120 | 72  | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 113 | 110 | 86  |  |
| 35 Dieburg       | 118 | 81 | 53  | 78  | 79 | 102 | 137 | 108 | 85  | 119 | 134 | --- | --- | --- | --- | --- | 109 | 101 | 92  |  |
| 36 Burgjoh       | 63  | 82 | 40  | 56  | 56 | 91  | 108 | 73  | 64  | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 89  | 80  | 74  |  |

## Varianzanalyse - Kernprovenienzen (m)

| Provenienz                  | 17      | 238    |
|-----------------------------|---------|--------|
| Versuchsorte                | 13,0853 | 0,7697 |
| Interaktion Prev./Vers.Orte | 1,2852  | 0,0054 |

Versuchsorte

5,2 cm

Provenienzen

H Ö H E N M I S S I L L W E R T (cm) 1971 - Mittel - 2

| Provenienzen           | Rhg.  | Rhg.  | Hofb. | Will. | satz. | V e r s u c h s o r t e |       |       |       |       |       |       |       |       |       | Ment. | Ment. | Ment. | Ia.   | Ist.  | Hars. | $\bar{x}$<br>Prov. |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------|
|                        | (x+y) | 1     | 2     | 3     | 4     | 5                       | 6     | 7     | 8     | 9     | 9     | 9     | 9     | 9     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    |                    |
| Ar. Name               | (x+y) | (z)   |       |       |       |                         |       |       |       | (x+y) | (z)   |       |       |       |       |       | (+y)  | (+y)  | (+y)  |       |       |                    |
| Kornprovenienzen       |       |       |       |       |       |                         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                    |
| 7 Rotherkirchen        | 263   | 177   | 106   | 186   | 221   | 242                     | 316   | 249   | 213   | 255   | 279   | 354   | 320   | 268   | 308   | 280   | 268   | 257   | 250   | 257   | 250   | 252,4              |
| 8 Oberhof              | 246   | 172   | 105   | 142   | 198   | 234                     | 293   | 225   | 210   | 237   | 252   | 310   | 261   | 237   | 274   | 273   | 271   | 271   | 271   | 271   | 271   | 225,6              |
| 9 Zwisel-Ost I         | 174   | 167   | 97    | 146   | (223) | 209                     | (256) | 215   | 177   | 228   | 256   | 347   | 273   | 222   | 259   | 271   | 271   | 271   | 271   | 271   | 271   | 221,1              |
| 10 Zwisel-Ost V        | 172   | 135   | 95    | 151   | 163   | 188                     | 226   | 181   | 143   | 197   | 217   | 250   | 209   | 207   | 218   | 186   | 172   | 181   | 181   | 181   | 181   | 221,1              |
| 13 Westerhof 53        | 286   | 186   | 137   | 206   | 253   | 266                     | 323   | 254   | 252   | 268   | 277   | 377   | 330   | 295   | 343   | 227   | 217   | 270   | 270   | 270   | 270   | 265,1              |
| 14 Oederhaus           | 247   | 175   | 103   | 166   | (232) | 215                     | 266   | 179   | 198   | 251   | 269   | 300   | (271) | (251) | (284) | 272   | 272   | 272   | 272   | 272   | 272   | 226,9              |
| 15 Lerzkirch           | 212   | 136   | 94    | 146   | 179   | 221                     | 259   | 197   | 176   | 213   | 261   | 293   | 234   | 275   | 264   | 210   | 170   | 197   | 197   | 197   | 197   | 205,0              |
| 16 Schlursee           | 194   | 130   | 104   | 149   | 180   | 192                     | 243   | 196   | 162   | 215   | 239   | 279   | 240   | 222   | 241   | 190   | 139   | 185   | 185   | 185   | 185   | 198,4              |
| 17 Reit in Winkl       | 227   | 128   | 101   | 149   | 206   | 209                     | 272   | 215   | 194   | 246   | 264   | 304   | 261   | 260   | 273   | 272   | 272   | 272   | 272   | 272   | 272   | 217,6              |
| 19 Valle di Fiemme     | (249) | (149) | 118   | (129) | 206   | (219)                   | 268   | 224   | 186   | 261   | 223   | 304   | (376) | (252) | (293) | 235   | 205   | 270   | 270   | 270   | 270   | 222,6              |
| 22 Lauterbach          | 229   | 173   | 111   | 162   | 212   | 259                     | 307   | 238   | 238   | 235   | 281   | 330   | 295   | 284   | 315   | 243   | 225   | 274   | 274   | 274   | 274   | 244,8              |
| 23 Struck              | 199   | 140   | 104   | (222) | 252   | 238                     | 276   | 257   | 212   | 235   | 281   | 329   | 281   | 264   | 312   | 238   | 261   | 270   | 270   | 270   | 270   | 242,8              |
| 25 Rötgen              | 239   | 139   | 109   | 173   | 205   | 242                     | 321   | 271   | 204   | 259   | 279   | 361   | 309   | 308   | 315   | 247   | 230   | 254   | 254   | 254   | 254   | 242,0              |
| 38 Chausseehaus        | 259   | 197   | 123   | 189   | 217   | 245                     | 297   | 222   | 200   | 260   | 280   | 334   | 300   | 271   | 317   | 269   | (257) | (246) | (246) | (246) | (246) | 245,0              |
| -- Balt. Landrücken    | 241   | 156   | 91    | 138   | 188   | 199                     | 231   | 187   | 205   | 250   | 248   | 267   | 242   | 227   | 264   | 176   | 217   | 195   | 195   | 195   | 195   | 207,0              |
| Versuchsorte $\bar{x}$ | 234,4 | 157,1 | 106,5 | 163,6 | 208,9 | 225,1                   | 276,9 | 220,6 | 198,0 | 246,8 | 262,6 | 315,8 | 274,0 | 254,1 | 285,5 | 226,2 | 215,4 | 224,2 | 224,2 | 224,2 | 224,2 | 227,2              |

( ) ergänzt durch Aussaat 1959  
0 ergänzt nach Regression

Pandprovenienzen

| Provenienzen     | Rhg.  | Rhg. | Hofb. | Will. | satz. | V e r s u c h s o r t e |     |     |     |     |     |     |     |     |     | Ment. | Ment. | Ment. | Ia. | Ist. | Hars. | $\bar{x}$<br>Prov. |
|------------------|-------|------|-------|-------|-------|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-----|------|-------|--------------------|
|                  | (x+y) | 1    | 2     | 3     | 4     | 5                       | 6   | 7   | 8   | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 10    | 11    | 12    | 13  | 14   | 15    |                    |
| 6 Cottbus        | 264   | 197  | 107   | 155   | 181   | 250                     | 314 | 249 | 202 | 228 | 321 | -   | -   | -   | -   | 245   | 231   | 272   | 272 | 272  | 272   | 252,4              |
| 12 Westerhof 78  | 208   | 140  | 117   | 130   | 249   | 255                     | 306 | 238 | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | 253   | 250   | 245   | 245 | 245  | 245   | 225,6              |
| 18 Parterkirchen | 179   | 144  | -     | 143   | 185   | 202                     | 256 | 185 | 171 | -   | -   | -   | -   | -   | -   | 212   | 180   | 199   | 199 | 199  | 199   | 221,1              |
| 20 Val V�sderde  | 224   | 142  | -     | -     | 188   | 198                     | 231 | 226 | 151 | -   | -   | 288 | 272 | 258 | 279 | 210   | 210   | 210   | 210 | 210  | 210   | 221,1              |
| 24 Kastellaun    | 275   | 201  | 101   | 156   | 205   | 236                     | 319 | 263 | 170 | -   | -   | -   | -   | -   | -   | 255   | 246   | 211   | 211 | 211  | 211   | 265,1              |
| 35 Dieburg       | 257   | 182  | 97    | 168   | 217   | 237                     | 301 | 229 | 200 | 278 | 298 | -   | -   | -   | -   | 255   | 219   | 234   | 234 | 234  | 234   | 242,8              |
| 36 Burgjoh       | 186   | 189  | 98    | 146   | 170   | 226                     | 251 | 175 | 162 | -   | -   | -   | -   | -   | -   | 215   | (205) | 197   | 197 | 197  | 197   | 207,0              |

Varianzanalyse - Kernprovenienzen (n)

| Provenienzen                | FG  | SQ      | MQ     | F-Wert     | SD <sub>5%</sub> |
|-----------------------------|-----|---------|--------|------------|------------------|
|                             |     |         |        |            |                  |
| Provenienzen                | 14  | 13,2980 | 0,9499 | 33,85 ***  | 10,6 cm          |
| Versuchsorte                | 17  | 64,5285 | 3,7956 | 143,24 *** | 11,6 cm          |
| Interaktion Prov./Vers.Orte | 238 | 6,2978  | 0,0265 |            |                  |
| Gesamt                      | 269 | 84,1243 |        |            |                  |

( ) ergänzt durch Aussaat 1960  
° ergänzt nach Regression

6 Cottbus18 Parter,ki24 Kastella36 Bureau

## Versuchsflächenmittelwerte - Höhe

XVII

| Versuchsort      | Nr. | Alter 9                  |      |              |    | Alter 12                 |      |              |    | Alter 14                 |      |              |    |
|------------------|-----|--------------------------|------|--------------|----|--------------------------|------|--------------|----|--------------------------|------|--------------|----|
|                  |     | 1 9 6 7                  |      | Kernprov.    |    | 1 9 7 0                  |      | Kernprov.    |    | 1 9 7 2                  |      | Kernprov.    |    |
|                  |     | $\bar{x}$                | cm   | $\bar{x}$    | cm | $\bar{x}$                | cm   | $\bar{x}$    | cm | $\bar{x}$                | cm   | $\bar{x}$    | cm |
|                  |     | <u>sämtl. Prüflieder</u> |      | <u>GD 5%</u> |    | <u>sämtl. Prüflieder</u> |      | <u>GD 5%</u> |    | <u>sämtl. Prüflieder</u> |      | <u>GD 5%</u> |    |
| Ober-Ramstadt    | 10  | 138,3                    | 13,1 | 142          |    | 314,2                    | 28,3 | 316          |    | 453,1                    | 67,1 | 456          |    |
| Bieber           | 6   | 121,9                    | 12,0 | 124          |    | 275,4                    | 23,8 | 277          |    | 397,8                    | 59,5 | 403          |    |
| Nentershausen I  | 11  | 125,4                    | 11,0 | 127          |    | 273,9                    | 22,9 | 274          |    | 385,1                    | 50,8 | 384          |    |
| Nentershausen II | 12  | 119,9                    | 9,2  | 121          |    | 265,1                    | 18,3 | 265          |    | 370,6                    | 33,9 | 371          |    |
| Chausseehaus     | 9   | 108,5                    | 11,4 | 110          |    | 252,9                    | 28,3 | 248          |    | 363,1                    | 55,3 | 359          |    |
| Dieburg          | 7   | 100,8                    | 18,4 | 99           |    | 219,4                    | 45,5 | 221          |    | 342,0                    | 76,9 | 342          |    |
| Hermeskeil       | 13  | 96,3                     | 13,8 | 98           |    | 224,9                    | 25,8 | 226          |    | 339,7                    | 46,5 | 340          |    |
| Königstein       | 5   | 97,6                     | 8,9  | 98           |    | 227,7                    | 17,3 | 225          |    | 335,1                    | 49,5 | 334          |    |
| Harsefeld        | 15  | 86,9                     | 16,0 | 88           |    | 223,8                    | 36,1 | 224          |    | 316,7                    | 53,2 | 318          |    |
| Reinhardshagen   | 1   | 89,7                     | 7,9  | 91           |    | 206,8                    | 23,8 | 242          |    | 310,7                    | 51,1 | 311          |    |
| Hatzfeld         | 4   | 74,3                     | 11,6 | 77           |    | 205,6                    | 35,9 | 209          |    | 302,6                    | 56,4 | 305          |    |
| Idar-Oberstein   | 14  | 95,5                     | 12,6 | 96           |    | 216,8                    | 26,8 | 215          |    | 300,0                    | 50,5 | 295          |    |
| Honberg          | 8   | 80,8                     | 10,8 | 83           |    | 193,4                    | 26,8 | 198          |    | 283,0                    | 52,4 | 290          |    |
| Willingen        | 3   | 71,3                     | 10,6 | 71           |    | 166,1                    | 27,6 | 164          |    | 230,5                    | 54,6 | 229          |    |
| Hofbieber        | 2   | 53,1                     | 4,7  | 55           |    | 106,0                    | 14,2 | 106          |    | 135,1                    | 22,7 | 140          |    |

Varianzanalyse - Höhe 1967  
(m)

| Varianzursache    | FG               | SQ       | MQ      | F-Wert   | Varianzkomponenten |      |
|-------------------|------------------|----------|---------|----------|--------------------|------|
|                   |                  |          |         |          | absolut            | %    |
| Provenienzen      | 14               | 6,52269  | 0,46591 | 21,05*** | 0,00986            | 14,3 |
| Versuchsorte      | 14               | 29,25265 | 2,08947 | 94,42*** | 0,04594            | 66,8 |
| Prov. x Vers.Orte | 196              | 4,33839  | 0,02213 | 2,61***  | 0,00455            | 6,6  |
| Rest              | 392 <sup>0</sup> | 3,31856  | 0,00847 |          | 0,00847            | 12,3 |
| Gesamt            | 616              | 43,43229 |         |          | 0,06882            |      |

Varianzanalyse - Höhe 1970  
(m)

| Varianzursache    | FG               | SQ        | MQ       | F-Wert   | Varianzkomponenten |      |
|-------------------|------------------|-----------|----------|----------|--------------------|------|
|                   |                  |           |          |          | absolut            | %    |
| Provenienzen      | 14               | 38,25974  | 2,73284  | 18,79*** | 0,05750            | 15,3 |
| Versuchsorte      | 14               | 152,23348 | 10,87382 | 74,75*** | 0,23850            | 63,4 |
| Prov. x Vers.Orte | 196              | 28,51377  | 0,14548  | 3,04***  | 0,03255            | 8,6  |
| Rest              | 392 <sup>0</sup> | 18,75190  | 0,04784  |          | 0,04784            | 12,7 |
| Gesamt            | 616              | 237,75859 |          |          | 0,37639            |      |

Varianzanalyse - Höhe 1972  
(m)

| Varianzursache    | FG               | SQ       | MQ      | F-Wert   | Varianzkomponenten |      |
|-------------------|------------------|----------|---------|----------|--------------------|------|
|                   |                  |          |         |          | absolut            | %    |
| Provenienzen      | 14               | 62,6660  | 4,4761  | 17,63*** | 0,0938             | 12,1 |
| Versuchsorte      | 14               | 321,3768 | 22,9555 | 90,41*** | 0,5045             | 65,3 |
| Prov. x Vers.Orte | 196              | 49,7705  | 0,2539  | 1,89***  | 0,0399             | 5,2  |
| Rest              | 392 <sup>0</sup> | 52,6452  | 0,1343  |          | 0,1343             | 17,4 |
| Gesamt            | 616              | 486,4585 |         |          | 0,7725             |      |

<sup>0</sup> 58 missing data

Waldkataster der Gemeinde Wittenberg - 1900 - 1910 - 1920

| Nr. Provenienz     | Balt. Landr. | Roten-<br>kirch | Ober-<br>hof | Zwiesel<br>I | Zwiesel<br>V | Wester-<br>hof<br>53 | Ober-<br>haus | Lenz-<br>kirch | Schluch-<br>see | Reit i.<br>Winkl | Valle<br>di<br>Fiemme | Lau-<br>ter-<br>bach | Stryck | Rötgen | Chaussee-<br>haus |
|--------------------|--------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|----------------------|---------------|----------------|-----------------|------------------|-----------------------|----------------------|--------|--------|-------------------|
| - Balt. Landr.     | --           |                 |              |              |              |                      |               |                |                 |                  |                       |                      |        |        |                   |
| 7 Rotenkirchen     | 0,377        | --              |              |              |              |                      |               |                |                 |                  |                       |                      |        |        |                   |
| 8 Oberhof          | 0,915        | 0,957           | --           |              |              |                      |               |                |                 |                  |                       |                      |        |        |                   |
| 9 Zwiesel I        | 0,890        | 0,946           | 0,936        | --           |              |                      |               |                |                 |                  |                       |                      |        |        |                   |
| 10 Zwiesel V       | 0,859        | 0,955           | 0,954        | 0,911        | --           |                      |               |                |                 |                  |                       |                      |        |        |                   |
| 13 Westerhof 53    | 0,887        | 0,915           | 0,939        | 0,907        | 0,907        | --                   |               |                |                 |                  |                       |                      |        |        |                   |
| 14 Oberhaus        | 0,901        | 0,814           | 0,842        | 0,798        | 0,755        | 0,838                | --            |                |                 |                  |                       |                      |        |        |                   |
| 15 Lenzkirch       | 0,889        | 0,945           | 0,961        | 0,920        | 0,971        | 0,937                | 0,818         | --             |                 |                  |                       |                      |        |        |                   |
| 16 Schluchsee      | 0,901        | 0,954           | 0,938        | 0,931        | 0,982        | 0,934                | 0,804         | 0,968          | --              |                  |                       |                      |        |        |                   |
| 17 Reit im Winkl   | 0,896        | 0,932           | 0,943        | 0,904        | 0,953        | 0,947                | 0,838         | 0,975          | 0,971           | --               |                       |                      |        |        |                   |
| 19 Valle di Fiemme | 0,858        | 0,932           | 0,885        | 0,882        | 0,920        | 0,922                | 0,757         | 0,907          | 0,927           | 0,929            | --                    |                      |        |        |                   |
| 22 Lauteroach      | 0,888        | 0,935           | 0,949        | 0,883        | 0,944        | 0,920                | 0,860         | 0,971          | 0,954           | 0,948            | 0,850                 | --                   |        |        |                   |
| 23 Stryck          | 0,781        | 0,889           | 0,828        | 0,831        | 0,902        | 0,850                | 0,736         | 0,862          | 0,894           | 0,860            | 0,845                 | 0,874                | --     |        |                   |
| 25 Rötgen          | 0,859        | 0,957           | 1,044        | 0,947        | 0,940        | 0,936                | 0,769         | 0,761          | 0,777           | 0,772            | 0,726                 | 0,746                | 0,703  | --     |                   |
| 38 Chausseonau     | 0,309        | 0,331           | 0,945        | 0,725        | 0,770        | 0,751                | 0,710         | 0,745          | 0,949           | 0,921            | 0,775                 | 0,929                | 0,865  | 0,934  | --                |

Grenzerte FG : 16

5 % r = 0,468

1 % r = 0,590

0,1 % r = 0,708

Modell FINLAY-WILKINSON

Konstanten (a) und Koeffizienten (b) der Regressionsgeraden

| Provenienz<br>Nr. Name | 1967    |        | 1970    |        | 1972    |        |
|------------------------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
|                        | a       | b      | a       | b      | a       | b      |
| 7 Rothenkirchen        | 0,4200  | 1,0861 | -0,8869 | 1,1467 | -0,7952 | 1,1129 |
| 8 Oberhof              | 0,8968  | 0,9057 | 0,2948  | 0,9769 | 0,6889  | 0,9580 |
| 9 Zwiesel-Ost I        | -0,4775 | 1,0260 | -1,3779 | 1,0310 | -0,8469 | 1,0037 |
| 10 Zwiesel-Ost V       | -0,2004 | 0,8266 | 1,7051  | 0,7274 | 0,2729  | 0,8001 |
| 13 Westerhof 53        | 0,3416  | 1,0833 | 0,7891  | 1,1287 | 0,5766  | 1,1358 |
| 14 Oderhaus            | 0,9166  | 0,8950 | 2,9900  | 0,8889 | 3,0358  | 0,9231 |
| 15 Lenzkirch           | -0,6113 | 0,9745 | -1,9065 | 0,9833 | 0,6506  | 0,8759 |
| 16 Schluchsee          | -0,1748 | 0,8893 | -0,1789 | 0,8762 | 0,2828  | 0,8484 |
| 17 Reit im Winkl       | -0,1705 | 0,9737 | -2,5704 | 1,0678 | -3,7158 | 1,0904 |
| 19 Valle di Fiemme     | -1,0339 | 1,0728 | 2,2938  | 0,8948 | -0,2200 | 0,9865 |
| 22 Lauterbach          | -0,5205 | 1,1177 | -1,3343 | 1,1331 | -1,6341 | 1,1096 |
| 23 Stryck              | 1,5832  | 0,8813 | 1,4641  | 1,0014 | 1,0762  | 1,0435 |
| 25 Rötgen              | -1,4913 | 1,2393 | -4,3622 | 1,2798 | -3,7649 | 1,2196 |
| 38 Chausseehaus        | 0,4741  | 1,0318 | 2,0722  | 1,0030 | 4,7832  | 0,9440 |
| -- Balt.Landrückten    | 0,3208  | 0,7689 | 0,1106  | 0,8653 | 0,0306  | 0,9343 |

## Provenienzmittelhöhen 1970 bei wechselnder Kombination der Versuchsorte

| Provenienzen    | Mittelhöhen in % Gesamtdurchschnitt |                          |                        | Rangfolge       |       |                          |                        |
|-----------------|-------------------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------|-------|--------------------------|------------------------|
|                 | Hofb.                               | ohne Hofb., Dieb., Hars. | nur Will., Kön., Nent. | alle Vers. Orte | Hofb. | ohne Hofb., Dieb., Hars. | nur Will., Kön., Nent. |
| Rothenkirchen   | 103,6                               | 104,4                    | 99,1                   | 2               | 2     | 2                        | 2                      |
| Oberhof         | 103,1                               | 103,1                    | 94,0                   | 8               | 8     | 8                        | 8                      |
| Zwiesel I       | 103,6                               | 104,5                    | 94,5                   | 10              | 10    | 10                       | 9                      |
| Zwiesel V       | 102,7                               | 103,3                    | 100,1                  | 15              | 15    | 15                       | 15                     |
| Westerhof 53    | 103,0                               | 103,4                    | 100,7                  | 1               | 1     | 1                        | 1                      |
| Oderhaus        | 103,1                               | 105,3                    | 95,6                   | 7               | 7     | 7                        | 7                      |
| Lenzkirch       | 103,4                               | 104,4                    | 98,5                   | 13              | 13    | 13                       | 12                     |
| Schluchsee      | 102,5                               | 103,5                    | 97,8                   | 14              | 14    | 14                       | 14                     |
| Reit im Winkl   | 102,8                               | 103,7                    | 94,7                   | 11              | 11    | 11                       | 11                     |
| Valle di Fiemme | 102,7                               | 103,1                    | 93,4                   | 9               | 9     | 9                        | 10                     |
| Lauterbach      | 103,3                               | 104,1                    | 98,0                   | 5               | 5     | 5                        | 6                      |
| Stryck          | 103,3                               | 102,5                    | 101,7                  | 6               | 6     | 6                        | 4                      |
| Rötgen          | 103,2                               | 102,9                    | 97,2                   | 4               | 4     | 4                        | 3                      |
| Chausseehaus    | 103,2                               | 104,4                    | 98,4                   | 3               | 3     | 3                        | 5                      |
| Balt. Landr.    | 103,4                               | 104,8                    | 93,2                   | 12              | 12    | 12                       | 13                     |

## MITTLERE KRONENBREITE 1970 (cm)

| Provenienz         | V e r s u c h s o r t e |      |                 |       |                 |      |       |       |                 |                  |                  |       | - x   |       | Ökovalenzen |      |       |       |        |         |      |
|--------------------|-------------------------|------|-----------------|-------|-----------------|------|-------|-------|-----------------|------------------|------------------|-------|-------|-------|-------------|------|-------|-------|--------|---------|------|
|                    | Rhg.                    | Rhg. | Hofb.           | Will. | Hatz.           | Kön. | Bieb. | Dieb. | Homb.           | Chau.            | Chau.            | Oran. | Nent. | Nent. | Herm.       | Id.  | Obst. | Hars. | Prov.  | absolut | %    |
| Nr.                | 1                       | 2    | 3               | 4     | 5               | 6    | 7     | 8     | 9               | 9                | 9                | 10    | 11    | 12    | 12          | 13   | 14    | 15    |        |         |      |
|                    | (x+y)                   | (z)  |                 |       |                 |      |       |       | (x+y)           | (z)              |                  |       |       | (x+y) | (z)         |      |       |       |        |         |      |
| 7 Rothenkirchen    | 102                     | 60   | 53              | 83    | 72              | 97   | 121   | 106   | 71              | 138              | 128              | 157   | 129   | 93    | 110         | 115  | 107   | 103   | 102,6  | 0,1941  | 14,4 |
| 8 Oberhof          | 97                      | 68   | 59              | 70    | 74 <sup>0</sup> | 93   | 115   | 100   | 69              | 99               | 108              | 125   | 108   | 89    | 106         | 95   | 93    | 99    | 92,5   | 0,0419  | 3,1  |
| 9 Zwiessel-Ost I   | 103                     | 85   | 52              | 70    | (69)            | 84   | (99)  | 92    | 59              | 94               | 127              | 130   | 101   | 80    | 97          | 98   | 101   | (90)  | 90,6   | 0,0859  | 6,4  |
| 10 Zwiessel-Ost V  | 87                      | 54   | 51              | 68    | 57              | 79   | 100   | 81    | 52              | 93 <sup>0</sup>  | 109 <sup>0</sup> | 121   | 78    | 75    | 86          | 88   | 80    | 81    | 80,0   | 0,0444  | 3,3  |
| 13 Westerhof 53    | 110                     | 74   | 73              | 92    | 80              | 104  | 109   | 106   | 79              | 117              | 129              | 156   | 124   | 102   | 114         | 95   | 83    | 113   | 103,3  | 0,1106  | 8,2  |
| 14 Oderhaus        | 107                     | 67   | 56              | 78    | (76)            | 91   | 109   | 80    | 63              | 113              | 124              | 131   | (100) | (90)  | (105)       | 103  | (100) | (99)  | 94,0   | 0,0577  | 4,3  |
| 15 Lenzkirch       | 92                      | 75   | 54 <sup>0</sup> | 72    | 61              | 81   | 108   | 88    | 61              | 82               | 120              | 128   | 100   | 83    | 101         | 94   | 78    | 86    | 86,7   | 0,0584  | 4,3  |
| 16 Schluchsee      | 77                      | 71   | 58              | 72    | 65              | 79   | 106   | 79    | 52              | 99               | 116              | 127   | 96    | 84    | 96          | 84   | 91    | 80    | 85,0   | 0,0549  | 4,1  |
| 17 Reil im Winkel  | 88                      | 68   | 55              | 71    | 71              | 89   | 111   | 87    | 63              | 98               | 120              | 122   | 93    | 86    | 102         | 95   | 70    | 93    | 87,8   | 0,0561  | 4,2  |
| 19 Valle di Fiemme | (98)                    | (79) | 59              | (65)  | 71              | (97) | 107   | 94    | 58              | 102              | 111              | 141   | (111) | (89)  | (105)       | 97   | 91    | 101   | 93,0   | 0,0487  | 3,6  |
| 22 Lauterbach      | 94                      | 66   | 56              | 77    | 76              | 105  | 122   | 99    | 77              | 98               | 136              | 144   | 124   | 105   | 125         | 98   | 98    | 91    | 99,5   | 0,1140  | 8,5  |
| 23 Stryck          | 82                      | 53   | 54              | (95)  | (86)            | 100  | 110   | 102   | 74              | 96               | 123              | 125   | 109   | 92    | 117         | 104  | (97)  | (111) | 96,1   | 0,1671  | 12,4 |
| 25 Rötgen          | 95                      | 73   | 54              | 81    | 78              | 105  | 126   | 110   | 64              | 130 <sup>0</sup> | 148              | 105   | 108   | 110   | 110         | 103  | 106   | 104   | 101,2  | 0,1094  | 8,1  |
| 38 Chausseehaus    | 106                     | 97   | 67              | 88    | 77              | 100  | 115   | 101   | 64              | 98               | 129              | 144   | 118   | 97    | 111         | 114  | (107) | (110) | 102,3  | 0,0790  | 5,9  |
| -- Balt.Landrücken | 97                      | 68   | 48              | 66    | 64              | 85   | 93    | 79    | 66 <sup>0</sup> | 95               | 115              | 103   | 94    | 80    | 96          | 72   | 96    | 85    | 83,5   | 0,1242  | 9,2  |
| Versuchsorte x     | 95,6                    | 70,5 | 50,5            | 76,5  | 71,8            | 92,6 | 110,0 | 93,7  | 60,8            | 103,4            | 121,1            | 133,4 | 105,4 | 91,0  | 105,4       | 97,0 | 97,1  | 96,3  | 1,3464 | 100,0   |      |

( ) ergänzt durch Aussaat 1960

o ergänzt nach Regression

## Varianzanalyse (m)

| Varianzursache              | FG  | SO      | MC     | F-Wert     |
|-----------------------------|-----|---------|--------|------------|
| Provenienzen                | 14  | 1,4380  | 0,1027 | 18,02 ***  |
| Versuchsorte                | 17  | 9,7768  | 0,5762 | 101,59 *** |
| Interaktion Prov./Vers.Orte | 238 | 1,3464  | 0,0057 |            |
| Gesamt                      | 269 | 12,5812 |        |            |

ö 5%

Provenienzen  
Versuchsorte

4,9 cm

5,4 cm



Einzelstammabsaaten - Parzellenmittelhöhe 1972  
(Aussaat 1959 - cm)

| Provenienz | Forstamt | Abt. Nr. | plus-<br>baum<br>Nr. | Hilders (Versuch 16) |              |              | Hofgeismar/ Kaufungen (Vers.20/21) |              |              |
|------------|----------|----------|----------------------|----------------------|--------------|--------------|------------------------------------|--------------|--------------|
|            |          |          |                      | 1.Wied.<br>x         | 2.Wied.<br>x | 3.Wied.<br>x | 1.Wied.<br>x                       | 2.Wied.<br>x | 3.Wied.<br>x |
|            |          |          |                      | 58                   | 63           | 71           | 106                                | 469          | 66           |
|            |          |          |                      | 64                   | (288)        | 67           | 107                                | 484          | 86           |
|            |          |          |                      | 56                   | 51           | 59           | 82                                 | 433          | 75           |
|            |          |          |                      | 305                  | 310          | 339          | 71                                 | 462          | 87           |
|            |          |          |                      | 62                   | 352          | 79           | 131                                | 484          | 74           |
| "          | 40       | 40/5     | 64                   | 279                  | 327          | 253          | 496                                | 82           | 69           |
|            |          |          |                      | 264                  | 52           | 354          | 80                                 | 492          | 84           |
| "          | 48       | 40/11    | 65                   | 268                  | 61           | 369          | 77                                 | 530          | 72           |
|            |          |          |                      | 59                   | 279          | 74           | 552                                | 468          | 80           |
|            |          |          |                      | 354                  | 61           | 329          | 99                                 | 82           | 445          |
|            |          |          |                      | 329                  | 50           | 257          | 87                                 | 439          | 58           |
|            |          |          |                      | 57                   | 265          | 65           | 520                                | 80           | 446          |
|            |          |          |                      | 70                   | 316          | 64           | 328                                | 83           | 494          |
|            |          |          |                      | 298                  | 302          | 88           | 546                                | 437          | 69           |
|            |          |          |                      | 31                   | 61           | 62           | 84                                 | 430          | 71           |
|            |          |          |                      | 298                  | 302          | 82           | 538                                | 81           | 477          |
| "          | 49       | 48/8     | 72                   | 299                  | 287          | 47           | 530                                | 456          | 76           |
| "          | 50       | 49/8     | 73                   | 397                  | 353          | 56           | 78                                 | 454          | 76           |
| "          | 53       | 50/1     | 74                   | 378                  | 339          | 65           | 86                                 | 493          | 515          |
|            |          |          |                      | 58                   | 57           | 318          | 543                                | 497          | 503          |
|            |          |          |                      | 341                  | 65           | 322          | 99                                 | 67           | 76           |
|            |          |          |                      | 53                   | 321          | 56           | 102                                | 456          | 72           |
|            |          |          |                      | 76                   | 305          | 67           | 496                                | 481          | 86           |
|            |          |          |                      | 304                  | 70           | 299          | 89                                 | 432          | 84           |
| Oderhaus   | 96       | 53/4     | 77                   | 337                  | 54           | 339          | 99                                 | 401          | 88           |
|            |          |          |                      | 55                   | 261          | 45           | 500                                | 390          | 302          |
|            |          |          |                      | 49                   | 284          | 47           | 418                                | 324          | 330          |
|            |          |          |                      | 335                  | 55           | 296          | 104                                | 423          | 302          |
|            |          |          |                      | 51                   | 254          | 64           | 443                                | 88           | 94           |
|            |          |          |                      | 54                   | 301          | 45           | 75                                 | 390          | 66           |
|            |          |          |                      | 15                   | 46           | 239          | 322                                | 91           | 330          |
|            |          |          |                      | 16                   | 251          | 301          | 324                                | 343          | 341          |
|            |          |          |                      | 55                   | 211          | 238          | 328                                | 308          | 78           |
|            |          |          |                      | 17                   | 39           | 61           | 337                                | 76           | 60           |
|            |          |          |                      | 56                   | 52           | 53           | 319                                | 345          | 339          |
|            |          |          |                      | 57                   | 276          | 274          | 337                                | 70           | 366          |
|            |          |          |                      | 58                   | 224          | 50           | 366                                | 68           | 85           |
|            |          |          |                      | 313                  | 49           | 274          | 379                                | 369          | 408          |
|            |          |          |                      | 266                  | 213          | 77           | 77                                 |              | 93           |
| Braunlage  | 102      | 4        | 50                   | 314                  | 227          | 344          | 379                                |              |              |
|            | 219      | 56       | 46                   | 58                   | 64           | 73           |                                    |              |              |

( ) ergänzt

Varianzanalysen

| Varianzursache | FG | SQ     | MQ    | F     | FG | SQ     | MQ    | F         |
|----------------|----|--------|-------|-------|----|--------|-------|-----------|
| Wiederholungen | 2  | 0,941  | 0,470 | 3,20* | 2  | 1,567  | 0,784 | 1,86 n.s. |
| Rest           | 75 | 11,037 | 0,147 |       | 75 | 37,884 | 0,502 |           |
| Gesamt         | 77 | 11,978 |       |       | 77 | 39,451 |       |           |

Einzelstammbaumsaaten - Parzellenmittelwerte 1972

| Prüfglied | A l t e r 18                   |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                           |                          |                          | A l t e r 14             |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                           |                          |                          | Hofgeismar/Kaufungen (Vers. 20/21) |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |  |  |
|-----------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--|--|
|           | Gahrenberg, Abt. 59 (Vers. 17) |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                           |                          |                          | Hilders (Vers. 16)       |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                           |                          |                          | Hofgeismar/Kaufungen (Vers. 20/21) |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |  |  |
|           | 1. nied. h. Aus. cm VK %       | 2. nied. h. Aus. cm VK % | 3. nied. h. Aus. cm VK % | 1. nied. h. Aus. cm VK % | 2. nied. h. Aus. cm VK % | 3. nied. h. Aus. cm VK % | 1. nied. h. Aus. cm VK % | 2. nied. h. Aus. cm VK %  | 3. nied. h. Aus. cm VK % | 1. nied. h. Aus. cm VK % | 2. nied. h. Aus. cm VK % | 3. nied. h. Aus. cm VK % | 1. nied. h. Aus. cm VK % | 2. nied. h. Aus. cm VK % | 3. nied. h. Aus. cm VK % | 1. nied. h. Aus. cm VK % | 2. nied. h. Aus. cm VK % | 3. nied. h. Aus. cm VK %  | 1. nied. h. Aus. cm VK % | 2. nied. h. Aus. cm VK % | 3. nied. h. Aus. cm VK %           | 1. nied. h. Aus. cm VK % | 2. nied. h. Aus. cm VK % | 3. nied. h. Aus. cm VK % | 1. nied. h. Aus. cm VK % | 2. nied. h. Aus. cm VK % | 3. nied. h. Aus. cm VK % | 1. nied. h. Aus. cm VK % | 2. nied. h. Aus. cm VK % | 3. nied. h. Aus. cm VK % |  |  |
| 63        | 410 24,1                       | 24                       | 461 18,2                 | 21                       | 395 25,5                 | 15                       | 422,0                    | 275 21,0                  | 10                       | 253 24,8                 | 24                       | 322 22,1                 | 9                        | 283,3                    | 521 20,3                 | 20                       | 469 13,6                 | 3                         | 438 18,3                 | 20                       | 476,0                              |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |  |  |
| 64        | 357 25,9                       | 2                        | 523 26,5                 | 23                       | 378 30,5                 | 7                        | 419,3                    | 264 22,3                  | 1                        | 327 15,9                 | 1                        | 355 24,9                 | 0                        | 315,3                    | 474 16,9                 | 20                       | 492 13,8                 | 2                         | 527 15,9                 | 1                        | 497,7                              |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |  |  |
| 65        | 361 27,0                       | 2                        | 497 29,1                 | 18                       | 325 32,1                 | 3                        | 394,3                    | 268 21,9                  | 7                        | 316 19,2                 | 1                        | 369 20,1                 | 17                       | 316,7                    | 543 14,2                 | 37                       | 530 16,3                 | 4                         | 491 14,7                 | 3                        | 527,3                              |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |  |  |
| 73        | 452 22,3                       | 15                       | 474 26,2                 | 30                       | 434 26,4                 | 36                       | 453,3                    | 397 15,9                  | 0                        | 353 16,0                 | 0                        | 314 20,7                 | 0                        | 354,7                    | 518 16,6                 | 9                        | 494 17,0                 | 3                         | 515 13,0                 | 2                        | 509,0                              |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |  |  |
| 74        | 367 31,2                       | 25                       | 485 24,2                 | 32                       | 343 25,2                 | 17                       | 398,3                    | 378 15,3                  | 9                        | 339 16,7                 | 11                       | 318 18,3                 | 15                       | 344,7                    | 543 18,2                 | 9                        | 498 13,4                 | 3                         | 503 15,1                 | 9                        | 514,7                              |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |  |  |
| 82        | 436 21,6                       | 25                       | 445 24,4                 | 20                       | 325 27,7                 | 22                       | 402,0                    | 356 15,9                  | 8                        | 284 18,1                 | 0                        | 223 25,4                 | 38                       | 287,7                    | 527 15,5                 | 6                        | 433 17,3                 | 12                        | 442 18,8                 | 10                       | 467,3                              |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |  |  |
| 85        | 550 24,3                       | 18                       | 474 27,3                 | 17                       | 475 25,4                 | 7                        | 464,1                    | n i c h t a n g e b a u t |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          | n i c h t a n g e b a u t |                          |                          |                                    |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |  |  |
| 86        | 483 30,6                       | 12                       | 361 34,5                 | 4                        | 497 29,0                 | 15                       | 447,0                    | n i c h t a n g e b a u t |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          | n i c h t a n g e b a u t |                          |                          |                                    |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |  |  |

Varianzanalysen  
(Höhe in m)

| Varianzursache | FG | SQ      | MQ     | F         | Var. komp. absol. | Var. komp. absol. % | FG | SQ     | MQ     | F         | Var. komp. absol. | Var. komp. absol. % |
|----------------|----|---------|--------|-----------|-------------------|---------------------|----|--------|--------|-----------|-------------------|---------------------|
| Absaat         | 7  | 1,5087  | 0,2155 | 2,59 n.s. | --                | --                  | 5  | 1,2542 | 0,2508 | 1,15 n.s. | 0,0133            | 6                   |
| Pest           | 16 | 8,9430  | 0,5589 |           | 0,5589            | 100                 | 12 | 2,6112 | 0,2176 |           | 0,2176            | 94                  |
| Gesamt         | 23 | 10,4517 |        |           | 0,5589            |                     | 17 | 3,8658 |        |           | 0,2309            |                     |

Anlage 16

Lumenprozente der Serien

2, 3 und 4

(Mittelwerte je Provenienz, Strahlparenchymeinfluß eliminiert)

| Provenienz      | J a h r r i n g |         |       |       |        |
|-----------------|-----------------|---------|-------|-------|--------|
|                 | Ser. 4          | Serie 2 |       |       | Ser. 3 |
|                 | 1963            | 1970    | 1971  | 1972  | 1972   |
| Gröttval        | 8,21            | 14,54   | 12,08 | 15,64 | 9,25   |
| Rothenkirchen   | 11,08           | 14,09   | 13,07 | 19,53 | 16,23  |
| Westerhof 51    | 11,50           | 13,56   | 12,15 | 21,48 | 17,74  |
| Westerhof 53    | 12,61           | 20,49   | 12,83 | 20,93 | 15,81  |
| Oderhaus        | 11,68           | 18,22   | 19,68 | 24,74 | 20,00  |
| Lenzkirch       | 7,73            | 9,25    | 7,69  | 11,78 | 12,97  |
| Valle di Fiemme | 10,48           | 13,10   | 11,39 | 16,16 | 10,08  |

Korrelationen (FG 5)

|                 | r     | t    |
|-----------------|-------|------|
| 1963 / 1972-2   | 0,86* | 3,85 |
| 1970 / 1972-2   | 0,87* | 3,87 |
| 1971 / 1972-2   | 0,87* | 3,96 |
| 1972-3 / 1972-2 | 0,81* | 3,14 |

Anlage 17

Vergleich der Lumenprozente im End-Spätholz  
von 5 Provenienzen für 1969, 1971, 1972, 1973

(Mittelwerte je Provenienz Serie 6)

| Provenienz |              | L u m e n p r o z e n t e |       |       |        |       |
|------------|--------------|---------------------------|-------|-------|--------|-------|
| Nr.        | Name         | 1969                      | 1971  | 1972  | 1972/5 | 1973  |
| 1          | Breanas      | 7,92                      | 8,56  | 8,58  | 8,22   | 7,39  |
| 7          | Rothkirchen  | 10,55                     | 10,99 | 13,60 | 12,28  | 10,54 |
| 10         | Zwiesel V,1  | 7,53                      | 8,40  | 10,66 | 9,82   | 8,72  |
| 13         | Westerhof 53 | 13,96                     | 15,09 | 18,87 | 17,73  | 13,72 |
| 38         | Chausseehaus | 11,30                     | 12,62 | 16,75 | 15,33  | 12,34 |

Tabelle der Varianzanalysen

(1000 Lumen-Rasterpunkte)  
( Serie 6 )

| Jahr | Provenienzen |        |        | Rest |        |       | F-Wert  |
|------|--------------|--------|--------|------|--------|-------|---------|
|      | FG           | SG     | MQ     | FG   | SG     | MQ    |         |
| 1969 | 4            | 63,296 | 15,824 | 95   | 46,588 | 0,490 | 32,3*** |
| 1971 | 4            | 66,680 | 16,670 | 95   | 48,466 | 0,510 | 32,7*** |
| 1972 | 4            | 71,950 | 17,987 | 43   | 44,489 | 1,035 | 17,4*** |
| 1973 | 4            | 57,769 | 14,442 | 94   | 45,404 | 0,483 | 29,9*** |

## Anlage 18

Ergebnisse der CLASSIMAT-MessungenProvenienzversuch 1959 (Serie 5)

| Provenienz<br>Name                  | Nr. | Lumen-<br>Rasterpunkte                             | Sehnen-<br>zahl | Zell-<br>zahl | Lumen-% |
|-------------------------------------|-----|----------------------------------------------------|-----------------|---------------|---------|
| Breanas                             | 1   | 2765                                               | 252,6           | 22,25         | 8,22    |
| Gröttval                            | 2   | 3601                                               | 291,9           | 24,04         | 10,73   |
| Goldap                              | 3   | 3787                                               | 317,7           | 24,79         | 11,37   |
| Borki                               | 4   | 3392                                               | 300,8           | 26,32         | 10,25   |
| Górowo                              | 5   | 5373                                               | 406,1           | 28,19         | 16,13   |
| Cottbus                             | 6   | 4128                                               | 303,5           | 23,04         | 12,53   |
| Rothkirchen                         | 7   | 4174                                               | 349,2           | 27,73         | 12,28   |
| Oberhof                             | 8   | 3750                                               | 302,8           | 24,47         | 11,30   |
| Zwiesel I,5                         | 9   | 4480                                               | 352,4           | 27,79         | 13,44   |
| Zwiesel V,1                         | 10  | 3272                                               | 296,2           | 26,76         | 9,82    |
| Westerhof 78a                       | 12  | 4612                                               | 371,7           | 27,97         | 13,73   |
| Westerhof 53a                       | 13  | 5758                                               | 411,4           | 27,54         | 17,73   |
| Oderhaus                            | 14  | 4858                                               | 364,3           | 27,63         | 13,99   |
| Lenzkirch                           | 15  | 3049                                               | 295,3           | 26,73         | 9,18    |
| Schluchsee                          | 16  | 3347                                               | 298,0           | 25,17         | 10,12   |
| Reit im Winkl                       | 17  | 4331                                               | 368,1           | 29,71         | 12,97   |
| Partenkirchen                       | 18  | 3192                                               | 271,9           | 23,78         | 9,63    |
| V.di Fiemme                         | 19  | 3082                                               | 273,2           | 22,65         | 9,39    |
| Val Visdende                        | 20  | 3706                                               | 313,2           | 25,49         | 11,28   |
| Lauterbach                          | 22  | 5097                                               | 357,6           | 25,71         | 15,47   |
| Stryk                               | 23  | 3433                                               | 316,6           | 26,76         | 10,15   |
| Kastellaun                          | 24  | 4501                                               | 346,8           | 25,63         | 13,68   |
| Rötgen                              | 25  | 4753                                               | 371,4           | 27,68         | 14,38   |
| Dieburg                             | 35  | 3576                                               | 299,2           | 24,32         | 10,84   |
| Burgjoß                             | 36  | 6356                                               | 420,1           | 25,94         | 19,17   |
| Chausseehaus                        | 38  | 5159                                               | 387,6           | 28,19         | 15,33   |
| Durchschnitt:                       |     | 4146                                               | 333,26          | 26,20         | 12,49   |
| Meßfeldfläche: 7700 $\mu\text{m}^2$ |     | Zellquerschnitt 7700 : 26,20 = 294 $\mu\text{m}^2$ |                 |               |         |

Fichten-Bestand, FA Gahrenberg, Abt. 235 (Serie 8)

| Jahr               |  |      |        |       |       |
|--------------------|--|------|--------|-------|-------|
| 1928               |  | 3528 | 251,7  | 20,88 | 10,69 |
| 29                 |  | 3825 | 264,1  | 19,72 | 11,60 |
| 30                 |  | 4476 | 284,0  | 20,62 | 13,56 |
| 50                 |  | 4306 | 237,5  | 15,36 | 13,05 |
| 51                 |  | 3693 | 207,7  | 14,17 | 11,19 |
| 52                 |  | 5932 | 297,7  | 17,68 | 17,98 |
| 71                 |  | 3844 | 233,3  | 16,52 | 11,65 |
| 72                 |  | 5316 | 283,4  | 16,99 | 16,11 |
| 73                 |  | 3188 | 194,0  | 15,98 | 9,66  |
| Mittel 1928 - 1930 |  | 3943 | 266,60 | 20,41 | 11,95 |
| 1950 - 1952        |  | 4643 | 247,63 | 15,74 | 14,07 |
| 1971 - 1973        |  | 4113 | 159,13 | 16,40 | 12,47 |

Meßfeldfläche: 7700  $\mu\text{m}^2$ 

Zellquerschnitt: 1928 - 1930 7720 : 20,41 = 377  $\mu\text{m}^2$   
1950 - 1952 7720 : 15,74 = 489  $\mu\text{m}^2$   
1971 - 1973 7720 : 16,40 = 470  $\mu\text{m}^2$

### Lebenslauf

Am 10.3.1930 wurde ich in Dresden geboren. Nach dem Besuch der Volksschule in Rautenkranz i. Vogtl. und Dresden sowie der Oberschule in Dresden, Prag, Pirna und Tecklenburg/Westf. legte ich 1950 die Reifeprüfung ab.

Nach einjähriger praktischer Lehrzeit studierte ich in Hann.Münden und München von 1951 bis 1955 Forstwissenschaft. Ich schloß das Studium mit dem Diplomexamen an der Forstlichen Fakultät der Georg-August-Universität Göttingen in Hann.Münden ab. Den Vorbereitungsdienst als Forstreferendar in Hessen begann ich 1955, unterbrach ihn jedoch 1956 für ein Jahr, um ein forstliches Auslandsstipendium des Deutschen Akademischen Austauschdienstes in Chile wahrzunehmen. 1959 beendete ich den Vorbereitungsdienst mit der Großen Forstlichen Staatsprüfung.

Nachdem ich ab 1959 als Forsteinrichter an der Hessischen Forsteinrichtungs- und Versuchsanstalt gearbeitet hatte, übernahm ich 1961 eine zweijährige Tätigkeit als Sachverständiger für Forstinventuren in Bangkok/Thailand im Rahmen des Programmes der Technischen Hilfe der Vereinten Nationen. Von 1962 bis 1971 war ich als Sachbearbeiter und Regionalreferent in der Forstabteilung der Zentralverwaltung der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) in Rom tätig. 1971 übernahm ich die Leitung der Hessischen Forstlichen Versuchsanstalt in Hann.Münden, die bis 1973 mit der des Hessischen Forstamtes Gahrenberg verbunden war.



